



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUTIVIDADE DA BETERRABA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E SALINIDADE HÍDRICA**

LEANDRA DE MELO CAVALCANTE SOUSA

AREIA - PB - BRASIL
FEVEREIRO – 2017

LEANDRA DE MELO CAVALCANTE SOUSA

**CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUTIVIDADE DA BETERRABA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E SALINIDADE HÍDRICA**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agronomia da
Universidade Federal da Paraíba, como
parte dos requisitos para obtenção do título
de “Mestre em Agronomia”. Área de
Concentração: Agricultura Tropical.**

AREIA - PB - BRASIL

FEVEREIRO - 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S725c Sousa, Leandra de Melo Cavalcante.

Crescimento, trocas gasosas e produtividade da beterraba em função de doses de substâncias húmicas e salinidade hídrica / Leandra de Melo Cavalcante Sousa. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

xvi, 69 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Thiago Jardelino Dias.

1. Beterraba – Produção 2. Substâncias húmicas – Sais solúveis 3. Salinidade dos solos – Irrigação 4. Beta vulgaris I. Dias, Thiago Jardelino (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.412(043.3)

LEANDRA DE MELO CAVALCANTE SOUSA

**CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUTIVIDADE DA BETERRABA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E SALINIDADE HÍDRICA**

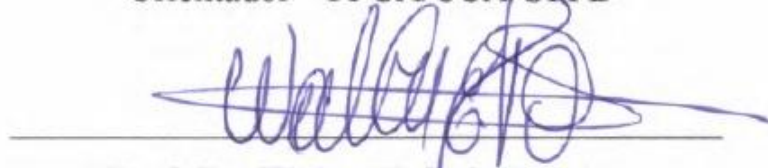
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”. Área de Concentração: Agricultura Tropical.

Aprovada em: 24/02/2017



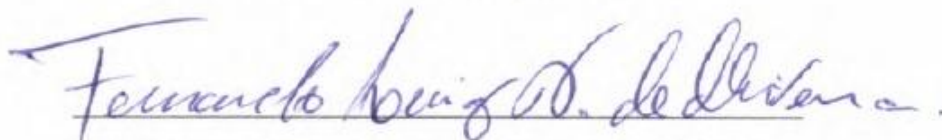
Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias

Orientador – PPGA/CCA/UFPB



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

Examinador - CCA/UFPB



Prof. Dr. Fernando Luiz Nunes de Oliveira

Examinador - IFPE

AREIA - PB - BRASIL

FEVEREIRO – 2017

Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima.

Louis Pasteur

DEDICO

Ao Meu SENHOR e DEUS criador do céu e da terra, dono de toda ciência e sabedoria, a quem devo toda honra e toda glória, a quem me prosto em honra, louvor e adoração por sua eterna misericórdia, pelo dom da vida, por todas as bênçãos concedidas, por seu imenso amor e por me dar forças, fortalecendo a minha fé para vencer os desafios e nunca desistir dos meus objetivos sempre indo além.

Aos meus pais, JUAREZ DE SÁ CAVALCANTE e NEUZETE BRITO DE MELO CAVALCANTE, pelo amor incondicional, amor esse que é meu combustível para buscar o impossível.

Aos meus irmãos JACIELE MELO DE SÁ CAVALCANTE, JOSÉ LUAN MELO DE SÁ CAVALCANTE, JANIEL MELO DE SÁ CAVALCANTE, JANIÉLI MELO DE SÁ CAVALCANTE, pelo amor, carinho, apoio, incentivo e por acreditarem no meu potencial.

Ao meu amado esposo AVANY JOSÉ DE SOUSA NETO, pelo amor, carinho, respeito, apoio, incentivo e compreensão, melhor amigo, sempre comigo em todos os momentos, me aconselhando nos momentos de aflição em que pensei em desistir, me encorajando a continuar.

A meus sobrinhos GIOVANNA SOUSA CAVALCANTE, BEATRIZ LIMA CAVALCANTE, DAVI LUIZ DE SOUSA CAVALCANTE, JANIEL MELO DE SÁ CAVALCANTE FILHO, pelo amor e carinho.

Aos meus avós maternos PAULO SÁTIRO DE MELO (*“in memorian”*) e NEUZA BRITO DE MELO (*“in memorian”*), e aos paternos JOSÉ DE SÁ CAVALCANTE (*“in memorian”*) e DINA DE SÁ CAVALCANTE (*“in memorian”*).

A minha prima MARIA LUCIA (*“in memorian”*) por todo carinho, conselhos, amizade e incentivos, a meu primo BRUNO PRESLEY (*“in memorian”*), dois guerreiros que lutaram pela vida nesses últimos dois anos, mas aprouve a Deus os colher.

OFEREÇO

Aos meus pais JUAREZ e NEUZETE que sempre fizeram o possível, não medindo esforços para mim não apenas chegar até aqui, mas para ir além, vocês são minha jóia rara, a quem Deus me deu a honra de ser filha.

AGRADECIMENTOS

A DEUS pelo dom da vida, pela saúde, proteção, por me possibilitar mais essa conquista me dando a chance de orgulhar aqueles que sempre acreditaram em meu potencial e por me dar forças, fortalecendo minha fé pra enfrentar as perdas e dificuldades, mostrando-me o caminho nas horas difíceis, mostrando a saída quando tudo parecia perdido.

Aos meus pais JUAREZ DE SÁ CAVALCANTE E NEUZETE BRITO DE MELO CAVALCANTE pelo apoio, incentivo e amor incondicional, que sempre fizeram o que estava ao seu alcance, não medindo esforços, para que eu não apenas chegasse até aqui, mas pra ir além.

Aos meus irmãos JACIELE MELO DE SÁ CAVALCANTE, JOSÉ LUAN MELO DE SÁ CAVALCANTE, JANIEL MELO DE SÁ CAVALCANTE, JANIÉLI MELO DE SÁ CAVALCANTE, pelo amor, carinho, apoio, incentivo e por acreditarem no meu potencial.

Ao meu amado esposo AVANY JOSÉ DE SOUSA NETO, pelo amor, carinho, respeito, apoio, incentivo e compreensão, melhor amigo, sempre comigo em todos os momentos, me aconselhando nos momentos de aflição em que pensei em desistir, me encorajando a continuar.

Aos meus sobrinhos GIOVANNA SOUSA CAVALCANTE, BEATRIZ LIMA DO NASCIMENTO, DAVI LUIZ DE SOUSA CAVALCANTE, JANIEL MELO DE SÁ CAVALCANTE FILHO, pelo amor e carinho.

A todos os meus tios, tias, primos e primas pelo amor, carinho, apoio e incentivo.

Às minhas cunhadas KAMILA LIMA DO NASCIMENTO CAVALCANTE, RENATA SOUSA SILVA e WIGNA GOMES CAVALCANTE pela amizade e carinho.

A meu amigo ALEXANDRO FIGUEIREDO pela amizade e incentivo em fazer esse mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. THIAGO JARDELINO DIAS, pela orientação, confiança, paciência, respeito, amizade, conselhos e incentivos.

Às meninas da casa do mestrado: PRISCYLLA CARVALHO, DANILA ARAUJO, FATIMA SOUZA, CINTIA MIRELY, VANESSA SANTOS, APARECIDA BARBOSA, ANA GESSICA BARBOSA, KLEITIANE BALDUINO e PRISCILA NOBRE, pela convivência e amizade durante esses dois anos. Tenho a imensa satisfação em dizer que vou levá-las em meu coração por toda a vida, em especial, PRISCYLLA CARVALHO, pelo apoio, conversas e atenção nas horas mais difíceis, quando a saudade de casa apertava e precisava desabafar nos momentos de tristeza.

Aos colaboradores da pesquisa: MARIA DA GUIA MEDEIROS, KADOSHE MORAIS, EDVANIA OLIVEIRA, GUSTAVO HENRIQUE, EDNARDO GABRIEL, EMERSOM BARROS, JOSÉ FLAVIO CARDOSO, LEANDRO BULHÕES e WELLITON BARROS, pessoas a quem Deus colocou em meu caminho e serei eternamente grata a Ele, pois vocês tornaram-se amigos que levarei em meu coração por toda a vida.

A EWERTON ABRANTES, pelas dúvidas tiradas, aprendi muito com você, a JHONY VENDRUSCOLO, pelas boas risadas, obrigada pelos momentos de alegria que passei com vocês dois, são verdadeiros anjos a quem Deus os colocou em meu caminho, e só tenho a agradecer a Ele, muito obrigada pela amizade, os levarei em meu coração por toda a vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos.

À UFPB (Universidade Federal da Paraíba), campus III, pela disponibilização de área experimental e laboratórios do CCHSA, bem como a todos os funcionários do departamento de agricultura, pelo auxílio nos trabalhos e convivência harmoniosa;

Aos técnicos do CCHSA (Centro de Ciências Humanas Sócias e Agrárias) EVERTON TEIXEIRA, BRUNO MATTOS, EMMANUEL MORREIRA, e WELLION BARROS, pela colaboração e disponibilidade sempre que precisei de vocês e dos respectivos laboratórios ao qual cada um é responsável.

A todos os docentes do PPGA (Programa de Pós Graduação em Agronomia) pelos conhecimentos transmitidos.

À banca examinadora, composta por WALTER ESFRAIN PEREIRA e FERNANDO LUIZ NUNES DE OLIVEIRA pela valiosa colaboração nas correções e sugestões.

A todos os demais que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

A todos minha sincera **GRATIDÃO!**

SOUSA, LEANDRA DE MELO CAVALCANTE. **Crescimento, trocas gasosas e produtividade da beterraba em função de doses de substâncias húmicas e salinidade hídrica**. Areia, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, fevereiro de 2017. 69p. Dissertação (M.Sc.). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias.

RESUMO

Beta vulgaris L. é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, sendo rica em vitaminas, fibras, agentes anticancerígenos e anti-oxidantes. O desenvolvimento de estratégias para atenuar os efeitos da irrigação com águas salinas na produção agrícola pode ser uma alternativa viável para elevar a produtividade das culturas na região semiárida brasileira. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da substância húmica para diminuir os efeitos da salinidade da água de irrigação no crescimento, nas respostas fisiológicas e na produção da beterraba. O experimento I foi disposto em blocos casualizados, adotando o esquema fatorial de 6 x 4, referente às condutividades elétricas (CEa de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 dS m⁻¹), e quatro doses de substância húmica (SH) (0; 10; 20; 30 ml por planta) com 3 repetições. A SH foi aplicado via fertirrigação aos 15, 45 e 75 dias após emergência. O experimento II foi disposto em blocos casualizados, adotando o esquema fatorial de 6 x 4, referente às condutividades elétricas (CEa de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 dS m⁻¹), e quatro doses de SH (0; 30; 70; 140 ml por planta) com 3 repetições. A SH foi aplicada via fertirrigação aos 7, 26 e 45 dias após o transplante. Para processamento dos dados foi utilizado o pacote estatístico SAS[®]. As variáveis avaliadas no experimento I e II foram: a CE e o pH do solo, o crescimento (altura, número de folhas e área foliar), as respostas fisiológicas (condutância estomática, taxa de assimilação de carbono, transpiração e concentração interna de carbono), e produção (diâmetro do tubérculo, peso de tubérculo, sólidos solúveis totais, pH, matéria fresca e seca de parte aérea e da raiz). No experimento I, a beterraba tolerou a salinidade da água de irrigação até a condutividade elétrica de 5,5 dSm⁻¹ demonstrando que apresenta boa manutenção da atividade fotossintética sob baixa exposição à salinidade, produzindo satisfatoriamente até a salinidade 5,5 dS m⁻¹, sendo assim, uma planta resistente à salinidade da água de irrigação. As substâncias húmicas, até a dose 30 ml não proporcionou resultados satisfatórios na atenuação dos efeitos da salinidade na cultura da beterraba. No experimento II, a beterraba tolerou a salinidade da água de irrigação até a condutividade elétrica de 5,5 dS m⁻¹, sem apresentar resposta depreciativa no crescimento, trocas gasosas, comprimento da parte aérea e da raiz, e matéria seca e fresca parte aérea e da raiz, sendo assim uma planta tolerante à salinidade da água de irrigação. A utilização de substâncias húmicas em doses ajustadas pode ser utilizada para atenuar os efeitos causados pela salinidade da água de irrigação na cultura da beterraba.

Palavras-Chave: *Beta vulgaris* L. Ácidos húmicos. Ácidos Fúlvicos. Sais solúveis.

SOUSA, LEANDRA DE MELO CAVALCANTE. **Growth, gas exchange and beet yield under rates of humic substances and water salinity.** Areia, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, February 2017. 69p. Dissertation (M.Sc.). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Advisor: Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias.

ABSTRACT

Beta vulgaris L. is one of the main vegetables grown in Brazil, being rich in vitamins, fibers, anticancer and anti-oxidants agents. The development of strategies to mitigate the effects of saltwater irrigation on agricultural production may be a viable alternative to increase crop productivity in the Brazilian semiarid region. The objective of this study was to evaluate the effects of the humic substance to reduce the effects of irrigation water salinity on growth, physiological responses and beet production. The experiment I was arranged in randomized blocks, adopting the factorial scheme of 6 x 4, referring to the electrical conductivities (CEa of 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 dS m⁻¹), and four rates of humic substance (SH) (0; 10; 20; 30 ml per plant) with 3 replicates. SH was applied via fertigation at 15, 45 and 75 days after emergence. Experiment II was arranged in randomized blocks, adopting the factorial scheme of 6 x 4, referring to the electrical conductivities (CEa of 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 dS m⁻¹), and four SH rates (0, 30, 70, 140 ml per plant) with 3 replicates. SH was applied via fertigation at 7, 26 and 45 days after transplantation. For the data processing, the statistical package SAS[®]. The variables evaluated in experiment I and II were: EC and soil pH, growth (height, number of leaves and leaf area), physiological responses (stomatal conductance, rate of carbon assimilation, transpiration and internal carbon concentration), and yield (tuber diameter, tuber weight, total soluble solids, pH, fresh and dry shoot and root matter). In experiment I, the beet tolerated the salinity of the irrigation water until the electrical conductivity of 5.5 dS m⁻¹ demonstrating that it presents good maintenance of the photosynthetic activity under low salinity exposure, producing satisfactorily until the salinity 5.5 dS m⁻¹, thus being a plant resistant to the salinity of irrigation water. Humic substances up to the 30 ml rate did not provide satisfactory results in attenuating the effects of salinity on the beet crop. In experiment II, the beet tolerated irrigation water salinity up to the electrical conductivity of 5.5 dS m⁻¹, with no derogatory growth response, gas exchange, shoot and root length, and shoot and root fresh and dry matter, thus being a plant tolerant to the salinity of irrigation water. The use of humic substances in adjusted doses can be used to attenuate the effects caused by the salinity of the irrigation water in the beet crop.

Keywords: *Beta vulgaris* L. Humic acids. Fulvic acids. Soluble salts

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos Gerais da Beterraba	3
2.2. Salinidade	4
2.2.1 Salinidade dos Solos.....	4
2.2.2. Efeitos dos sais no solo	4
2.3. Efeitos dos sais nas plantas	5
2.4. Salinidade da Água de Irrigação	7
2.5. Substancias húmica	7
2.6. Substancias Húmicas como Atenuador dos Efeitos da Salinidade nas Plantas.....	8
3. MATERIAL E METODOS	10
3.1. Localização, clima e solo da área experimental	10
3.2. Delineamento experimental.....	13
3.3. Plantio e Condução do Experimento	14
3.4. Preparo e Aplicação de Água Salina e das Doses de Substancias Húmicas.....	15
3.5. Adubação e Irrigação	16
3.6. Variáveis analisadas	17
3.6.1. Salinidade do solo	17
3.6.2. Avaliações de crescimento	17
3.6.3. Avaliações Fisiológicas.....	18
3.6.4. Variáveis de Produção.....	19
3.6.5. Análise Estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO (Experimento I)	21
4.1. Salinidade do solo	21
4.2. Variáveis de crescimento	23
4.2.1. Crescimento vegetativo	23
4.3. Variáveis Fisiológicas	28

4.3.1 Clorofilas.....	28
4.4. Variáveis de Produção.....	33
5. CONCLUSÕES.....	40
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO (Experimento II)	41
6.1. Salinidade do solo	41
6.2. Variáveis fenométricas.....	42
6.3. Variáveis Fisiológicas	45
6.3.1. Clorofilas.....	45
6.3.2. Trocas Gasosas.....	47
6.4. Variáveis de Produção.....	50
7. CONCLUSÕES.....	58
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação durante a condução do experimento I (abril a julho de 2016)	10
Tabela 2. Valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação durante a condução do experimento II (setembro de 2016 a janeiro de 2017).....	10
Tabela 3. Caracterização física e Fertilidade do solo utilizado no experimento I. Bananeiras, PB 2016.	11
Tabela 4. Caracterização física e Fertilidade do solo, amostra na camada 0-40 cm utilizado no experimento II. Areia, PB 2016.....	12
Tabela 5. Caracterização química da água não salina (A1) e salinas (A2, A3, A4, A5 e A6) utilizada na irrigação da beterraba.....	13
Tabela 6. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do potencial heterogêneo do solo (pHs) e condutividade elétrica do solo (CE _a) no final do experimento	21
Tabela 7. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da altura (ALT), número de folhas (NF) e área (AF), aos 23, 38, 53, 68 e 83 dias após a emergência das plantas de beterraba.	23
Tabela 8. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e total.	28
Tabela 9. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO ₂ (Ci), taxa de transpiração (E), da beterraba	29
Tabela 10. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do diâmetro do tubérculo (DT), massa do tubérculo (MT), sólidos solúveis (SS), condutividade elétrica (CE) e pH da beterraba	33
Tabela 11. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca raiz (MSR) da beterraba.....	37
Tabela 12. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do pH e CEs do solo no final do experimento.....	41
Tabela 13. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da altura (ALT), número de folhas (NF) e área (AF), aos 15, 30, 45, 60 e 78 dias após o transplante da beterraba.	42
Tabela 14. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da clorofila <i>a</i> , <i>b</i> , e total, da beterraba.	45
Tabela 15. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO ₂ (Ci) e taxa de transpiração (E), da beterraba	47
Tabela 16. Tabela com médias referentes às variáveis taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) concentração interna de CO ₂ (Ci) em duas épocas de coleta de dados 37 e 67 dias após transplante	48

Tabela 17. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do diâmetro do tubérculo (DT), peso do tubérculo (PT), pH, condutividade elétrica (CE), sólidos solúveis (SS) da beterraba. 50

Tabela 18. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da matéria fresca raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), seca raiz (MSR), matéria parte aérea (MSPA) e matéria, comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), da beterraba. 55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Semeadura direta da beterraba em vaso com volume de 5 dm ³	15
Figura 2. Condutividades elétricas das águas utilizadas para irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m ⁻¹).	15
Figura 3. Diluição da substância húmica comercial em água A1.....	16
Figura 4. Diluição de NPK (A), Irrigação com águas salinas (B).....	17
Figura 5. Estimativa não destrutiva da clorofila “a”, “b” e total na beterraba com clorofilometro eletrônico portátil (ClorfiLOG [®] , modelo CFL 1030).....	18
Figura 6. Medições de trocas gasosas na beterraba com analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA).....	19
Figura 7. pH do solo ao final do experimento, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de das substâncias húmicas (B).....	22
Figura 8. Condutividade elétrica do solo ao final do experimento, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).	22
Figura 9. Altura das plantas de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).....	24
Figura 10. Altura de plantas (cm) de beterraba, em função dos dias após emergência. 25	
Figura 11. Número de folhas das plantas de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B).	25
Figura 12. Número de folhas por plantas de beterraba, em função dos dias após emergência.....	26
Figura 13. Área foliar das plantas de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).	27
Figura 14. Área foliar das plantas de beterraba, em função dos dias após emergência. 27	
Figura 15. Clorofila a (—) clorofila b (.....) clorofila Total (----), em função dos dias após emergência.	29
Figura 16. Valores médios da condutância estomática das plantas de beterraba em função das doses de substâncias húmicas.....	30
Figura 17. Valores médios da condutância estomática das plantas de beterraba aos 36 e 57 dias após emergência.....	31
Figura 18. Valores médios da concentração intercelular de carbono das plantas de beterraba aos 36 e 57 dias após emergência.	31
Figura 19. Valores médios da taxa de transpiração das plantas de beterraba em função aos 36 e 57 dias após emergência.	32
Figura 20. Valores médios do diâmetro do tubérculo da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B).	34
Figura 21. Valores médios da massa do tubérculo da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B).	35
Figura 22. Valores médios do pH do suco da polpa da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de substâncias húmicas (B)....	35

Figura 23. Valores médios de condutividade elétrica do suco da polpa de beterraba no final do experimento, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses substâncias húmicas (B).	36
Figura 24. Valores médios de sólidos solúveis do suco da polpa de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B).	36
Figura 25. Valores médios da matéria fresca da parte aérea da em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B), matéria fresca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substancias húmicas (D).	38
Figura 26. Valores médios da matéria seca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B), matéria seca da parte aérea da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substancias húmicas (D).	39
Figura 27. pH do solo ao final do experimento em função das doses de substâncias húmicas.	41
Figura 28. Altura de plantas de beterraba, em função das doses de substancias húmicas e dias após transplante.	43
Figura 29. Valores médios do número de folhas da beterraba em função dos dias após transplante.	43
Figura 30. Área foliar das plantas de beterraba em função de doses substâncias húmicas e dias após transplante.	44
Figura 31. Clorofila <i>a</i> (—), clorofila total (----), em função de doses de substâncias húmicas.	46
Figura 32. Clorofila <i>a</i> (—) clorofila <i>b</i> (.....) clorofila total (----), em função dos dias após transplante.	46
Figura 33. Valores médios da fotossíntese líquida da beterraba em função da condutividades da água de irrigação (A) e condutância estomática (B).	48
Figura 34. Taxa de fotossíntese líquida das plantas de beterraba em função de doses de substâncias húmicas aos 61 dias após transplante das plantas (A). Fotossíntese líquida, em função de doses de substâncias húmicas em ambas as leituras (B)	49
Figura 35. Taxa de transpiração, em função de doses de substâncias húmicas.	49
Figura 36. Concentração intercelular de carbono, em função de doses de substâncias húmicas (A) Concentração intercelular de carbono, em função de doses de substâncias húmicas aos 61 dias após emergencia das plantas (B).	50
Figura 37. Diâmetro dos tubérculos da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).	51
Figura 38. Massa do tubérculo da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).	52
Figura 39. pH do suco da polpa da beterraba em função de doses de substâncias húmicas e da condutividade elétrica da água de irrigação.	53
Figura 40. Condutividade elétrica do suco da polpa da beterraba em função de substâncias húmicas e condutividades elétrica de água de irrigação.	53

Figura 41. Sólidos solúveis do suco da polpa da beterraba em função de doses de substâncias húmicas e da condutividade elétrica da água de irrigação.	54
Figura 42. Valores médios da matéria fresca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), matéria fresca da parte aérea da beterraba em função de doses de substâncias húmicas (C) e condutividade elétrica da água de irrigação (D).	56
Figura 43. Valores médios da matéria seca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), matéria seca da parte aérea da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substâncias húmicas (D).	56
Figura 44. Valores médios do comprimento de raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), comprimento de parte aérea da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substâncias húmicas (D).	57

1. INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, sendo as cultivares de mesa as mais produzidas. A beterraba apresenta coloração vermelho-arroxeadas, devido à presença de betalaínas, um dos primeiros corantes naturais a serem empregados nas indústrias de alimentos. O consumo de beterraba regularmente na dieta pode fornecer proteção e prevenção contra determinadas doenças relacionadas com o estresse oxidativo em humanos, como alguns tipos de câncer (Tivelli *et al.*, 2011).

A beterraba é utilizada em diversas regiões Semiáridas do mundo como uma opção para produção em condições de solos salinos (Katerji *et al.*, 1997), visto que, além de se destacar por sua composição nutricional, sobretudo em açúcares e pela forma de consumo da raiz tuberosa, ela se apresenta como uma das hortaliças mais tolerantes à salinidade, aumentando sua tolerância ao excesso de sais em estágios avançados de crescimento (Ayes & Westcot, 1991; Aquino *et al.*, 2006), até sendo beneficiada pela presença de sódio (Malavolta, 2006).

A utilização imprópria da água de irrigação, com teores consideráveis de sais, afeta de forma considerável as propriedades físico-químicas do solo, e o desenvolvimento das culturas, ocasionando problemas de curto a longo prazo, tal como diminuição de produção até abandono da área de produção, gerando assim problemas socioeconômico e ambientais. Para remediar os efeitos de tal processo, tem-se a utilização de espécies tolerantes, e a associação com tecnologias que atenuam os efeitos dos estresses hídrico e osmótico. A diminuição no crescimento das plantas por estresse salino é consequência das respostas fisiológicas, incluindo alterações no balanço de íons, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação e utilização de carbono (Bethke & Drew, 1992; Roy *et al.* 2014).

As substâncias húmicas são produtos da transformação dos resíduos orgânicos pela atividade microbiana presente no solo, e pela polimerização dos compostos orgânicos processados até a síntese de macromoléculas resistentes à degradação biológica (Santos & Camargo, 1999). As substâncias húmicas podem estimular diretamente o crescimento e o metabolismo das plantas (Canellas, 2005), ao exercer importantes funções na dinâmica de nutrientes, no aumento da CTC, e na retenção de água no solo, o que vem a atenuar os efeitos da salinidade na rizosfera e refletir num melhor status fisiológico, e consequentemente a produção da cultura.

A aplicação de matéria orgânica humificada (substâncias húmicas) em ambientes salinos, apresenta-se como uma das técnicas utilizadas para aumentar a tolerância das culturas aos efeitos dos sais devido à sua complexidade química e a capacidade que esse material tem em minimizar aos efeitos dos sais, por este motivo essa técnica vem despertando o interesse científico (Aydin et al., 2012; Jarošová et al., 2016; Rady et al., 2016).

Diante do exposto o objetivou-se avaliar a aplicação de substâncias húmicas na redução dos efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento, trocas gasosas e produção na cultura da beterraba.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Gerais da Beterraba

A beterraba é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, ocupando a 13ª posição, em termos de valor econômico de sua produção (Souza et al., 2003). No Brasil, a estimativa de área plantada com beterraba, está em torno de 10.000 hectares, com produtividade média oscilando entre 20 e 35 t ha⁻¹, onde só é cultivada a beterraba para mesa, sendo a cultivar Early Wonder a mais tradicional no país (Resende & Cordeiro, 2007).

A beterraba pertence à família Quenopodiácea, sendo originária das regiões de clima temperado da Europa e do norte da África. Possui raiz tuberosa de formato globular, que se desenvolve quase à superfície do solo, com sabor doce (Filgueira, 2007). É uma hortaliza bienal herbácea, típica de clima temperado, produzindo bem em temperaturas amenas ou baixas, com melhor desenvolvimento em temperatura entre 10-20 °C, sendo um fator limitante para a maioria das cultivares, assim quando cultivada sob temperatura e pluviosidade elevadas ocorre a destruição prematura das folhas por doenças fúngicas, má coloração interna, com formação de anéis de coloração mais clara, além de diminuir a concentração de pigmentos nas raízes, sobretudo de betacianina (Filgueira 2007; Tivelli *et al.*, 2011). A beterraba apresenta elementos que fornecem excelente valor nutritivo na parte aérea e raiz (Tivelli *et al.*, 2011), possuindo teores elevados de ferro, sódio, potássio, manganês, magnésio, vitamina A e do complexo B (Tivelli *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2011).

Os solos ideais para o cultivo da beterraba são os de textura média ou argilosa, ricos em matéria orgânica, friáveis e bem drenados (Filgueira, 2007). Quando for realizada semeadura direta da beterraba, é necessário preparo adequado do solo, como aração, gradagem e rotocanteirador, principalmente em solos argilosos, facilitando assim a emergência das plântulas, pois suas sementes não possuem grande quantidade de reservas (Tivelli *et al.*, 2011).

A beterraba é uma das hortaliças mais tolerantes à salinidade (Aquino *et al.*, 2006; Silva, 2013) por ser uma planta C3, e que apresenta um mecanismo de ajuste osmótico (Pimentel, 1998) que age na manutenção do turgor celular, permitindo os processos de crescimento vegetal e transpiração mesmo sob potenciais hídricos baixos, o que permite a planta possuir maior eficiência do uso da água contida no solo (Taiz & Zeiger, 2017).

2.2. Salinidade

2.2.1 Salinidade dos Solos

Mais de 800 milhões de hectares de solo no mundo são afetados pelo sais (FAO, 2008). A baixa precipitação e taxas elevadas de evaporação, aliadas ao material de origem com minerais sódicos, e suas características aliado às condições hidrogeomorfológicas, podem elevar a concentração sais solúveis e/ou sódio trocável no solo. (Gomes *et al.*, 2000; Nobre *et al.*, 2015). Dentre os principais sais presentes nos solos salinos, destacam-se o sulfato de magnésio, sulfato de sódio e cloreto de sódio (Pizarro, 1985).

Os solos salinos ocorrem principalmente nas regiões áridas e semiáridas do mundo, devido à precipitação pluviométrica ser limitante nessas regiões, menor grau de intemperização, drenagem deficiente, e pode ser acelerada pela utilização de água de má qualidade, com teores de sais consideráveis, o que vem a conduzir à formação de solos com alta concentração de sais (Holanda *et al.*, 2007; Metternicht & Zinck 2016).

A salinidade que causa maiores prejuízos econômicos é a induzida pelo homem, pois ocorre em áreas onde se realizaram elevados investimentos, como fertilizações e sistemas de irrigação, porém o manejo inadequado da irrigação e fertirrigação como baixa qualidade da água de irrigação e aplicação excessiva de fertilizantes no solo é o que geralmente causa a salinidade induzida (Silva *et al.*, 2003; Payen *et al.*, 2016; Seema & Paulraj 2016).

2.2.2. Efeitos dos sais no solo

A salinidade afeta as propriedades físicas do solo, provocando desestruturação, aumento da densidade e redução das taxas de infiltração de água no solo pelo excesso de íons de Na (Rhoades *et al.*, 2000). Em relação às propriedades químicas, o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, ocasiona a redução de sua fertilidade e, que em longo prazo, pode levar a desertificação (D’Almeida *et al.*, 2005).

O excesso do sódio na solução do solo provoca a dispersão da argila e, desta forma, acarreta em uma camada adensada que dificulta o crescimento, respiração, expansão radicular, além da absorção de água e fixação de CO₂ pela planta (Rhoades *et al.*, 2000; Távora *et al.*, 2001), e diminuição da fertilidade físico-química.

Elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, reduzem seu potencial osmótico e hídrico que conseqüentemente, diminui a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (Alves *et al.*, 2011). O aumento da pressão osmótica

causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo pode atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico. Em consequência, a planta não irá absorver água, e consequentemente nutrientes, devido à condição de estresse hídrico, sendo este processo também denominado de seca fisiológica (Dias & Blanco, 2010). Ainda de acordo com os autores dependendo do grau de salinidade, pode ocorrer o processo conhecido como dessecação osmótica, onde a planta em vez de absorver, ela poderá perder a água que se encontra no interior das raízes, neste caso o seu potencial osmótico será menor do que o do solo.

O problema da salinidade do solo está aumentando devido à várias razões, incluindo o manejo inadequado da água para irrigação, drenagem imprópria, acúmulo de sal na região das raízes em regiões áridas e semiáridas devido à alta demanda por evaporação e lixiviação insuficiente de íons, devido a baixa precipitação (Chinnusamy & Zhu, 2003).

Em trabalho com água salina e esterco bovino na produção de mudas de goiaba Cavalcante *et al.* (2010) observaram, que independente da adição ou não de esterco, o solo teve a salinidade elevada com o aumento da salinidade da água de irrigação. Dias (2011) observou que irrigações com águas salinas promoveram acúmulo de sódio (Na) no substrato com o aumento da condutividade elétrica das águas, tendo os valores aumentado em aproximadamente 19%, entre os tratamentos irrigados com as águas de condutividades elétricas 0,5 e 4,5 dS m⁻¹.

2.3. Efeitos dos sais nas plantas

Uma das principais causas da diminuição de rendimento das culturas é a salinidade tanto do solo quanto da água. Isso ocorre devido aos efeitos de origem osmótica, tóxica e ou nutricional (Flowers, 2004). Porém, nem todas as plantas respondem igualmente a salinidade. Os mecanismos pelos quais as plantas toleram a salinização são complexos, quais sejam: síntese molecular, indução enzimática e transporte de membrana (Taiz & Zaiger, 2017)

O estresse salino afeta vários processos importantes, como o crescimento, a fotossíntese, a síntese proteica e o metabolismo energético e lipídico (Parida & Das, 2005; Abbaspour *et al.*, 2012). O estresse salino aumenta a taxa de respiração, alterações no crescimento das plantas, distribuição de minerais e instabilidade da membrana, resultantes do deslocamento de cálcio pelo sódio, da permeabilidade da membrana e da diminuição da eficiência da fotossíntese (Sudhir & Murthy, 2004).

Tanto a porcentagem de emergência quanto no crescimento e produção de forma geral, as plantas sofrem efeitos depressivos com a excessividade de sais na zona radicular (Nunes *et al.*, 2016). A concentração eletrolítica da solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional e toxicidade de alguns íons, interferência hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar redução da permeabilidade da membrana citoplasmática da planta, influenciando assim no processo da fotossíntese, já que o conteúdo de clorofila nas plantas é diminuído (Silva 2002).

De acordo com Ayers & Westcot (1999), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis sob altos níveis de salinidade, enquanto outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esse fato deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas plantas, capacidade esta que permite absorver, mesmo em meio salino, quantidade suficiente de água. As plantas podem se comportar de forma variada em relação aos limites de tolerância a salinidade, dentro de uma mesma espécie pode haver variações entre genótipos nos quais os efeitos podem variar entre as fases de desenvolvimento (Neves *et al.*, 2008).

A amplitude desta tolerância relativa permite maior uso das águas de qualidade inferior e aumento da faixa aceitável da salinidade do solo (Medeiros *et al.*, 2008). Cada cultura apresenta determinada tolerância dentro de diferentes faixas de salinidade, pois a sobrevivência das plantas em ambientes salinos exige processos adaptativos envolvendo a absorção, transporte e distribuição de íons nos vários órgãos da planta e sua compartimentação dentro das células (Munns & Termaat, 1986).

Em resposta a esse estresse, as plantas reduzem a abertura dos estômatos para diminuir as perdas de água por transpiração, resultando em uma taxa fotossintética menor, o que constitui uma das causas do crescimento reduzido das culturas sob condições de estresse salino (O'Leary, 1971).

A condutividade elétrica da água de irrigação superior a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ na cultura do maracujazeiro-amarelo reduziu a eficiência fotossintética das plantas (Cavalcante *et al.*, 2011). Neves *et al.* (2009) trabalhando com feijão-de-corda observaram que a aplicação contínua de água salina (5 dS m^{-1}) reduziu a condutância estomática, a taxa de transpiração e a taxa fotossintética das plantas. Silva *et al.* (2013) trabalhando com estresse salino em beterraba observaram uma redução nos valores de transpiração de acordo com o aumento da condutividade elétrica.

2.4. Salinidade da Água de Irrigação

A irrigação é essencial para aumentar a produtividade e expansão de fronteiras agrícolas, portanto a falta da água de boa qualidade causa diminuição dos rendimentos das culturas, tendo como consequência o abandono das terras. A salinização e, ou sodificação causa problemas econômicos, sociais e ecológicos (Ferreira *et.al.*, 2006).

As áreas salinas no mundo podem ser ocasionadas naturalmente, ou mesmo por ação antrópica. Dentre as principais causas da salinização do solo pela ação antrópica, tem-se a utilização de água de irrigação de má qualidade, ou mesmo, de boa qualidade associado à falta de sistema de drenagem, o que vem a causar o acúmulo de sais. Estes efeitos são atenuados pelo clima, à exemplo de solos nas áreas de clima árido e semiárido no mundo (FAO 2006).

A produção agrícola vem tendo acentuada diminuição em perímetros irrigados devido à degradação do solo causado pela excessividade de sais e sódio (Ribeiro *et al.*, 2003; Sá *et al.*, 2015). Onde quantidades de água são insuficientes para lixiviação dos sais para camadas abaixo da zona de enraizamento provocando a salinização do solo.

Crescentes condutividades elétrica de água de irrigação afetaram negativamente a taxa inicial de emergência de plântulas de beterraba (Oliveira *et al.*, 2015). Silva *et al.* (2013) também trabalhando com beterraba, observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação afetaram significativamente os resultados da produção total e comercial além do diâmetro da raiz, altura e o consumo hídrico das plantas.

O aumento da salinidade da água de irrigação na cultura da berinjela acarretou no decréscimo do número de frutos por planta e no comprimento de frutos (Oliveira *et al.*, 2014). Medeiros *et al.* (2011) estudando o crescimento inicial tomateiro-cereja sob irrigação com níveis crescente de condutividade elétrica e biofertilizantes bovino observaram que a altura das plantas foi prejudicada com o aumento da salinidade da água de irrigação tanto nos tratamentos sem biofertilizantes como com biofertilizante comum.

2.5. Substancias húmica

As substâncias húmicas são consideradas a parte final da evolução da MOS, sendo compostas por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina (Stevenson, 1994), e representam cerca de 85% a 95% do carbono orgânico presente no solo (Hayes & Malcom, 2001). Essas substâncias são os materiais orgânicos mais abundantes no ambiente, sendo misturas de detritos orgânicos transformados biologicamente (Hayes &

Clapp, 2001). Sendo as substâncias húmicas um dos principais componentes da matéria orgânica do solo.

Dentre os seus efeitos positivos sobre os atributos do solo, têm efeito direto na fisiologia e crescimento das plantas, especialmente para estimular o crescimento radicular (Rima *et al.*, 2011; Canellas & Olivares, 2014). Muitos estudos demonstram que as substâncias húmicas aumentam a absorção de nutrientes devido ao incremento na permeabilidade da membrana celular.; A quelação e o transporte de nutrientes têm um efeito hormonal semelhante à auxina e reduzem os efeitos dos danos causados pelo estresse abiótico (García *et al.*, 2012).

O estágio de desenvolvimento e o ambiente em que as espécies cultivadas estão dispostas interferem no efeito das substâncias húmicas, embora os melhores resultados ocorrem quando são utilizados em solos com baixo conteúdo de matéria orgânica ou quando a planta é cultivada sob condições de estresse, nutricional ou climática (Hartz & Bottoms, 2010).

Vários produtos à base de substâncias húmicas surgiram no mercado nos últimos anos, que são geralmente extraídos de turfa ou leonardita, enriquecidos ou não com nutrientes e registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como fertilizantes orgânicos, fertilizantes organominerais ou condicionadores de solo, embora sejam comercializados como bioestimulantes de plantas (Benites *et al.*, 2006; Zandonadi & Busato, 2012).

Freitas *et al.* (2014) trabalhando com alface observaram que as mudas tratadas com uma fonte comercial de substâncias húmicas mostraram um incremento de 14,78% no diâmetro do colo. Tahir *et al.* (2011) estudando o comportamento do trigo com diferentes aplicações de ácidos húmicos em dois diferentes solos constataram que a aplicação da dose 60 mg kg^{-1} de ácidos húmicos, em ambos os solos afetou positivamente a altura da planta, o peso fresco e seco do broto. Nomoura *et al.* (2012) em trabalho com mudas de banana em diferentes épocas e duas fontes comerciais de substâncias húmicas (HUMITEC® e RUTER AA®) constataram que as aplicações de substâncias húmicas favoreceram o desenvolvimento das mudas e que, no verão, as plantas apresentaram maior desenvolvimento durante a aclimatização.

2.6. Substancias Húmicas como Atenuador dos Efeitos da Salinidade nas Plantas

Solos que são severamente afetados por sais são comumente pobres em matéria orgânica e nitrogênio (Freitas *et al.*, 2007), sendo assim, os resultados da salinização

incluem a perda de produtividade do solo, constituindo dificuldades no manejo da maioria das plantas cultivadas (Barros *et al.*, 2005). Limitando assim a produção agrícola, principalmente em regiões como o Semiárido com altas taxas de evaporação e distribuição irregular das pluviosidades. Condições pelas quais os sais se depositam no solo e se acumulam quando a água evapora ou é consumida pelas plantas (Medeiros *et al.*, 2011).

As substâncias húmicas afetam diretamente o metabolismo das plantas através dos seus efeitos no solo, tais como complexação de metais, aumento da capacidade de troca de cátions, fornecimento de nutrientes e retenção de água; e influencia o transporte de íons, a atividade respiratória, o teor de clorofila, a síntese de ácidos nucléicos e a atividade de várias enzimas (Nannipieri *et al.*, 1983), podendo também atuar na redução de estresse das plantas (Canellas *et al.*, 2015). Aumentando a massa radicular e a área superficial, contribuindo para uma maior absorção de água e nutrientes (Eyheraguibel *et al.*, 2008). Promovem o crescimento das plantas através da indução do metabolismo de carbono e nitrogênio, pois foi verificado que a nitrato redutase, glutamato desidrogenase e a glutamato sintetase são enzimas ligadas aos caminhos de assimilação de nitrogênio e essas são estimuladas pelas SH (Muscolo *et al.*, 1999; Canellas *et al.*, 2013; Hernandez *et al.*, 2015)

As substâncias húmicas atenuam os efeitos da salinidade melhorando o crescimento vegetal e a absorção de nutrientes (Asik *et al.*, 2009; Jarosova *et al.*, 2014). Em trabalho com cevada, Jarosova *et al.* (2014) observaram que a substância húmica minimizou os efeitos de níveis tóxicos de NaCl em solução nutritiva, revertendo os sintomas provocados pelo NaCl, tais como produção de espécies reativas de oxigênio (ERO's) e absorção do Na a níveis tóxicos. Aydin *et al.* (2012) trabalhando com feijão observaram que o ácido húmico adicionado ao solo salino melhorou significativamente as variáveis afetadas pela alta salinidade como também aumentou o nitrato nas plantas, nitrogênio e fósforo, reduziu a condutividade elétrica do solo e aumentou a raiz das plantas.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. Localização, clima e solo da área experimental

As atividades de pesquisa foram realizadas em casa de vegetação, no período de maio de 2016 a julho de 2016 (experimento I), e setembro de 2016 a janeiro de 2017 (experimento II), no Setor de Agricultura do CCHSA, UFPB, Campus III em Bananeiras-PB, inserida na microrregião do Brejo Paraibano. Geograficamente o município de Bananeiras localiza-se nas coordenadas 6° 45' latitude S e 35° 37' longitude W e 520 m de altitude.

O município apresenta clima tropical chuvoso, quente e úmido, do tipo As', segundo a classificação de Francisco (2015), com chuvas no período de março a julho.

Durante o período experimental, foram mensuradas diariamente a temperatura e a umidade do ar com termôhidrometro digital HT-600 Instrutherm[®], instalado na área experimental, e os resultados foram expressos em media mensal, (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação durante a condução do experimento I (abril a julho de 2016)

Mês	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
Abril	34,4	56,0
Maio	34,5	57,0
Junho	34,2	53,0
Julho	33,0	54,0
Média	34,0	55,0

Fonte: Termôhidrometro instalado no local do experimento.

Tabela 2. Valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação durante a condução do experimento II (setembro de 2016 a janeiro de 2017)

Mês	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
Setembro	33,0	36,8
Outubro	35,2	30,9
Novembro	35,7	37,9
Dezembro	36,7	39,1
Janeiro	35,8	38,4
Média	35,2	36,62

Fonte: Termôhidrometro instalado no local do experimento.

O solo utilizado no experimento I foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (Embrapa 2009). O solo foi coletado em duas camadas (0-20 e 20-40 cm) no Setor de Agricultura do CCHSA, UFPB, e realizado análises para caracterização física e da fertilidade Para o preparo do substrato foi utilizado à mistura das camadas do solo na proporção de 1:1. As análises da camada 0-20 cm foram realizadas no Laboratório de Solos/CCHSA/UFPB, Bananeiras, Paraíba. As análises da camada 20-40 e amostra composta foram realizadas no Laboratórios de Química e Fertilidade do Solo e Física do solo /DSER/CCA/UFPB, Areia, Paraíba. (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização física e Fertilidade do solo utilizado no experimento I. Bananeiras, PB 2016.

Textura	0-20 cm	20-40 cm
	(g kg ⁻¹)	
Areia (g kg ⁻¹)	607	534
Silte (g kg ⁻¹)	56	82
Argila (g kg ⁻¹)	337	384
Classe Textural	Franco Argilo Arenoso	Argila arenosa

Atributos	0-20 cm	20-40 cm
pH (água: 1:2,5)	5,81	5,17
P (mg dm ⁻³)	18,72	8,50
K ⁺ (mg dm ⁻³)	62,61	44,94
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,072	0,049
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,05	1,55
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,85	0,70
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,55	5,69
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,0	1,00
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	4,13	5,60
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³)	7,68	10,29
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,13	4,60
m (%)	0,0	17,86
V (%)	46,22	44,70
M.O. (g kg⁻¹)	20,84	14,80

P,K,Na = Extrator Mehlich; H+Al = Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; Al, Ca,Mg = Extrator kCl 1 M; M.O.= Matéria Orgânica; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC = Capacidade de Troca Catiônica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Al³⁺.

O solo das unidades experimental do experimento II foi classificado como Neossolo regolítico psamítico típico (Embrapa 2009). O solo foi coletado na camada (0-

40 cm) no sítio Chã de Jardim, município de Areia-PB e realizada análises para caracterização da física e fertilidade. As análises foram realizadas nos Laboratórios de Química e Fertilidade do Solo e Física do solo /DSER/CCA/UFPB, Areia, Paraíba. (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização física e Fertilidade do solo, amostra na camada 0-40 cm utilizado no experimento II. Areia, PB 2016.

Textura	
	(g kg ⁻¹)
Areia (g kg ⁻¹)	892
Silte (g kg ⁻¹)	84
Argila (g kg ⁻¹)	24
Classe Textural	Areia
Atributos	
pH (água: 1:2,5)	5,20
P (mg dm ⁻³)	15,92
K ⁺ (mg dm ⁻³)	42,80
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,04
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,30
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,82
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	0,58
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³)	2,35
SB (cmol _c dm ⁻³)	0,53
m (%)	8,62
V (%)	22,55
M.O. (g kg⁻¹)	3,38

P,K,Na = Extrator Mehlich; H+Al = Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; Al, Ca,Mg = Extrator kCl 1 M; M.O.= Matéria Orgânica; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC = Capacidade de Troca Catiônica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Al³⁺.

Tabela 5. Caracterização química da água não salina (A1) e salinas (A2, A3, A4, A5 e A6) utilizada na irrigação da beterraba

Grupo	pH	CEai	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classe
		dS m ⁻¹ a 25°C	mgL ⁻¹	-----mmol _c L ⁻¹ -----								
A1	6,40	≤0,50	2,50	0,11	1,13	0,06	0,10	0,00	0,90	2,80	3,48	C2S1
A2	6,89	1,50	3,01	0,17	6,48	0,06	0,11	0,00	1,20	12,30	17,32	C3S4
A3	7,27	2,50	3,23	0,11	8,79	0,07	0,11	0,00	1,10	21,20	26,55	C4S4
A4	7,50	3,50	3,80	0,14	14,84	0,07	0,11	0,00	1,00	30,00	42,03	C4S4
A5	7,81	4,50	3,80	0,13	19,10	0,07	0,12	0,00	1,00	40,90	54,10	C4S4
A6	7,50	5,50	6,13	0,18	23,02	0,08	0,11	0,00	1,10	41,70	60,57	C4S4

CEai = Condutividade elétrica a 25°C; RAS = Razão de adsorção de sódio [Na+/(Ca2++Mg2+/2)1/2];

3.2. Delineamento experimental

O experimento I, foi disposto em blocos casualizados, adotando o esquema fatorial de 6 x 4 referente a salinidade da água de irrigação em seis diferentes condutividades elétricas (CEa de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 dS m⁻¹) e quatro doses de substâncias húmicas (SH) utilizando como fonte HUMITEC[®] (0; 10; 20; 30ml por planta) + 10ml de ácido cítrico na concentração de 100μ mol l⁻¹, com três repetições perfazendo 216 unidades experimentais. A SH foi aplicada via fertirrigação, aos 15, 45 e 75 dias após emergência. As variáveis de crescimento (altura, número de folhas, comprimento e largura de folha) e clorofila 'a', 'b' e clorofila total foram avaliadas aos 23; 38; 53; 68; 83 dias após emergência; fisiológicas (condutância estomática, taxa de assimilação de carbono, transpiração, concentração interna de carbono) foram avaliadas aos 36 e 57 dias após emergência. Para análise estatística das variáveis de crescimento (altura, número de folhas, comprimento e largura de folha) e fisiológicas (condutância estomática, taxa de assimilação de carbono, transpiração, concentração interna de carbono) foi adotado o mesmo esquema fatorial supramencionado, acrescentando as épocas de avaliação (sub-parcela).

O experimento II, foi disposto em blocos casualizados, adotando o esquema fatorial de 6x4 referente a salinidade da água de irrigação em seis diferentes condutividades elétricas (CEa de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 dS m⁻¹) e quatro doses de SH (0; 30; 70; 140ml por planta + 10ml de ácido cítrico na concentração de 100μ mol l⁻¹) com 3 repetições perfazendo 216 unidades experimentais, a SH foi aplicada via fertirrigação, aos 7, 26 e 45 dias após transplante. As variáveis de crescimento (Altura, número de folhas, comprimento e largura de folha) e clorofila 'a', 'b' e clorofila total foram avaliadas aos 15; 30; 45; 60; 78 dias após transplante; fisiológicas (Condutância

estomática, taxa de assimilação de carbono, transpiração, concentração interna de carbono) foram avaliadas aos 37 e 61 dias após emergência. Para análise estatística das variáveis de crescimento (altura, número de folhas, comprimento e largura de folha) e fisiológicas (condutância estomática, taxa de assimilação de carbono, transpiração, concentração interna de carbono), foi adotado o mesmo esquema fatorial supramencionado, acrescentando as épocas de avaliação (sub-parcela).

As unidades experimentais foram compostas por vasos com volume de 5 dm³, dispostos 30 cm entre fileiras e 15 cm entre linhas, em cima de uma lona plástica preta, para que os mesmos não estivessem em contato direto com o solo da casa de vegetação.

3.3. Plantio e Condução do Experimento

O solo utilizado no experimento I, foi peneirado em malha de 2 mm e realizada calagem 30 dias antes do plantio com calcário dolomítico com 28,09% CaO, 12,60% de MgO e 62,00% de PRNT, elevando a saturação de bases a 80% .

No experimento I, foi realizado semeadura direta nos vasos, no dia 22 de abril de 2016, colocando-se três sementes de beterraba Maravilha em cada vaso na profundidade de 2 cm, e realizado o desbaste 15 dias após a emergência, deixando a plântula mais vigorosa.

O solo utilizado no experimento II, foi peneirado em malha de 2 mm sem necessidade de realizar calagem antes do plantio.

No experimento II realizou-se semeadura em copos descartáveis de 150 cm³, no dia 26 de setembro de 2016, colocando-se três sementes de beterraba maravilha em cada copo a 2cm de profundidade e transplantadas para os vasos 15 dias após germinação, quando as plantas estavam com 2 pares de folhas definitivos.

Os tratos culturais e manejos fitossanitários foram realizados através de monitoramento visual, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura. Foram utilizados agentes químicos de controle de pragas e doenças (Inseticidas: Deltametrina e Alfacipermetrina, óleo mineral para controle de cochonilha e calda bordalesa para controle de cercosporiose) quando atingiam nível controle de pragas e doenças detectadas.



Figura 1. Semeadura direta da beterraba em vaso com volume de 5 dm³

3.4. Preparo e Aplicação de Água Salina e das Doses de Substancias Húmicas

A preparação das águas com suas respectivas condutividades elétricas (CEa), foi realizada semanalmente adicionando-se, à água A1, os sais de NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O, na proporção equivalente a 7:2:1, Rhoades et al. (2000). A partir desta solução foi preparado as soluções com as condutividades elétricas de 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m⁻¹, conferindo-as com o auxílio do condutivímetro portátil (Instrutherm® Modelo CD-860). As águas foram armazenadas em recipientes de 50 dm³ e tampadas para evitar a evaporação e consequentemente a alteração da condutividade elétrica (Figura 2).

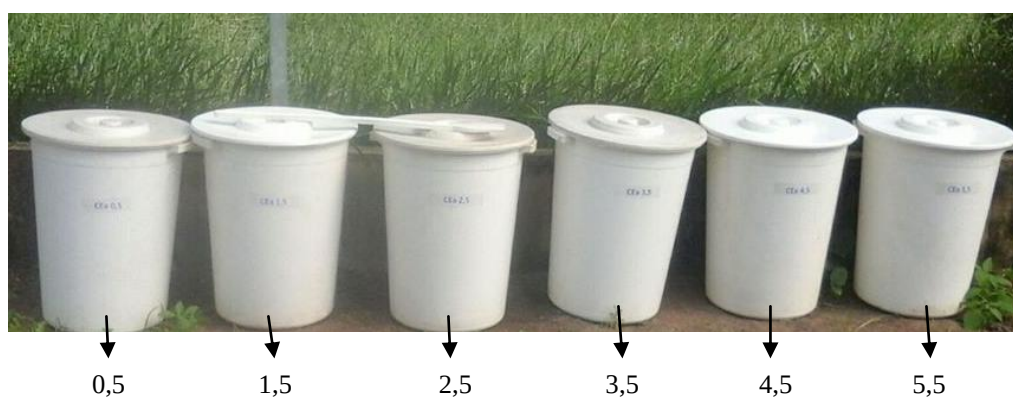


Figura 2. Condutividades elétricas das águas utilizadas para irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m⁻¹).

Substância húmica comercial produto sólido (WG), sem especificações granulométrica, solúvel em água apresenta solubilidade de 100,0 g l⁻¹ de coloração preta, contém 68% p/p de extrato húmico total; 31,0%p/p de carbono orgânico; 52% p/p de ácidos húmicos; 16% p/p de ácidos fúlvicos; 17,0% p/p de potássio (K₂O) solúvel em água;

Para o experimento I, a substância húmica comercial foi diluído de acordo com a recomendação do fabricante, 100g de Humitec[®] para 1 litro de água A1, adicionando 10 ml de ácido cítrico na concentração de 100 mmol . As doses foram aplicadas manualmente com auxílio de uma seringa, nas doses 10, 20 e 30 ml por planta, nos seus respectivos tratamentos.

Para o experimento II, depois da substância húmicas comercial diluída de acordo com as recomendações do fabricante, a concentração nas doses de 30, 70 e 140 ml foram parceladas semanalmente e diluídas novamente na água de irrigação. Aplicadas manualmente junto aos diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.



Figura 3. Diluição da substância húmica comercial em água A1.

3.5. Adubação e Irrigação

Foi realizada adubação de fundação e cobertura com NPK nas doses de 40, 180 e 90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, conforme IPA (2008), utilizando, uréia, super fosfato simples e cloreto de potássio. As doses de NPK foram diluídas e aplicadas na forma de solução, parceladas em três vezes aos 0; 25 e 45 dia após emergência. As aplicações nas duas ultimas parcelas foram subparceladas, sendo aplicadas ao longo de cinco dias.

A irrigação com diferentes condutividade elétrica iniciou-se aos 15 dias após emergência no experimento I, e 15 dias após transplante no II, foram realizadas manualmente nos respectivos tratamentos. As irrigações foram realizadas diariamente no início da manhã, objetivando manter o solo na capacidade de campo (Cc), de forma a garantir a emergência e o crescimento das plantas. A lâmina aplicada foi calculada através dos valores de evapotranspiração da cultura, estimada para cada fase de desenvolvimento da planta, a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) obtidas da

estação agrometeorologia (evaporímetro) próximo da área experimental (AESÁ 2016) e coeficiente de cultura (K_c) adaptado para ambientes protegidos.

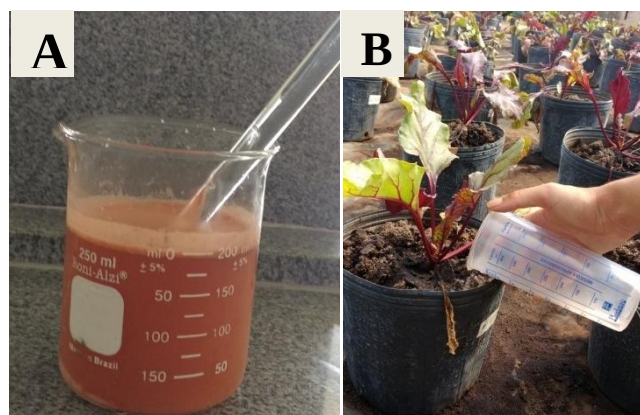


Figura 4. Diluição de NPK (A), Irrigação com águas salinas (B).

3.6. Variáveis analisadas

3.6.1. Salinidade do solo

pH: ao término do experimento foram obtidas amostras simples dos solos de cada respectivo tratamento, para avaliação do pH conforme Richards (1954).

CE em suspensão de solo disperso em água na proporção ($CE_{1:2,5}$ e $CE_{1:5}$) no fim

do experimento: As mesmas amostras utilizadas para pH foram usadas para CE_a , onde foi estimada em suspensão de solo disperso em água, nas proporções 1:2,5 no experimento I e 1:5 no experimento II ($CE_{1:2,5}$ e $CE_{1:5}$) de acordo com a seguinte metodologia: Para o preparo das soluções diluídas ($CE_{1:2,5}$ e $CE_{1:5}$) foram pesadas amostras de 100 g de solo para 250 mL de água destilada no experimento I, já no experimento II foram 100 g para 500 mL de água destilada, as amostras foram homogeneizada com um bastão de vidro durante 15 segundos (com intervalos de 10 minutos por duas vezes). Em seguida, deixou-se a suspensão em repouso por 2 horas para medida da condutividade elétrica no sobrenadante, utilizando-se condutivímetro digital de bancada da marca BEL Engineering, modelo W12D, metodologia recomendada por Richards (1954).

3.6.2. Avaliações de crescimento

Altura, Número de Folhas e Área Foliar

As variáveis altura, número de folhas e área foliar foram analisadas a partir dos 15 dias após a emergência, procedendo-se a coleta de dados a cada 15 dias, até o

termino do experimento. A altura foi medida da distância vertical do colo até o ápice da planta com auxílio de uma trena graduada em centímetros. O número de folhas foi contado em todas as plantas, desconsiderando as folhas em senescência. Por ocasião da tomada da altura das plantas, foi determinada a área foliar em todas as plantas de cada unidade experimental. Para tanto, foi tomada as medições de comprimento (C) e a maior largura (L) da folha, em duas folhas por planta. As medições foram realizadas utilizando-se uma régua milimetrada. Para o cálculo da área foliar real foi usado o modelo ($AF = 0,5083 \cdot CL + 31,928$) adotado por Tsialtas & Maslaris (2008) para a cultura da beterraba, sendo AF = área foliar- cm^2 ; CL = produto do comprimento (cm) e maior largura (cm) da folha;

3.6.3. Avaliações Fisiológicas

Estimativa não destrutiva do índice de clorofila “a”, “b” e total nas folhas

A determinação do índice de clorofila *a*, *b* e total foi realizado pelo método não destrutivo aos 23; 38; 53; 68 e 83 dias após emergência, utilizando-se um clorofilômetro eletrônico portátil (ClorfiLOG[®], modelo CFL 1030) (Falker, 2008). Neste aparelho, os valores mensurados são denominados índice de clorofila Falker (ICF) e referem-se ao produto de fotodiodos que emitem na frequência de ondas de 635, 660 e 880 nm. As leituras foram realizadas em uma folha de cada planta e em todas as plantas por parcela, na parte mediana da folha completamente expandida (Figura 5).



Figura 5. Estimativa não destrutiva da clorofila “a”, “b” e total na beterraba com clorofilometro eletrônico portátil (ClorfiLOG[®], modelo CFL 1030).

Condutância estomática (g_s) taxa de transpiração (E), taxa de assimilação líquida de CO_2 (A) e concentração intercelular de CO_2 (C_i)

A condutância estomática ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração intercelular de carbono ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram avaliadas aos 36 e 57 dias após emergência, quando as folhas apresentavam tamanho adequado para a pinça do IRGA. As leituras foram realizadas em uma folha por planta, em duas plantas da parcela escolhidas ao acaso, utilizando-se para as análises as folhas completamente expandidas. Para as determinações dessas variáveis foi utilizado um analisador de gás infravermelho portátil (IRGA, ADC BioScientific LCpro-SD), com temperatura ajustada a 25°C , irradiação de $1400 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e fluxo de ar de 200 mL min^{-1} .



Figura 6. Medições de trocas gasosas na beterraba com analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA).

3.6.4. Variáveis de Produção

Diâmetro do tubérculo: O diâmetro do tubérculo foi determinado com o auxílio de paquímetro digital, sendo medidos todos os tubérculos colhidos em cada tratamento, e expressos em milímetros.

Peso médio de frutos: Foi obtido pela pesagem individual de todos os frutos e expressos em gramas.

Sólidos solúveis: Foi determinado por leitura direta em refratômetro digital (Instrutemp, ITREFD 65), de acordo com o manual do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Comprimento de parte aérea e raiz: O comprimento da parte aérea e raízes foram determinados depois da colheita, separando a parte aérea da raiz e medindo com auxílio de uma trena graduada em cm.

Massa da matéria fresca e seca da parte aérea e raiz: Ao fim do experimento foram coletadas todas as plantas dos respectivos tratamento e repetição arrancado-as dos vasos, e divididas em raízes e parte aérea, sendo pesadas após a coleta para determinação da matéria fresca e postas a secar a 65°C em estufa com circulação de ar forçada, em seguida foram pesadas para a determinação da matéria seca.

3.6.5. Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância, com a significância testada através do teste F, realizando-se regressão polinomial, testando-se modelos lineares de primeiro e segundo grau, as fontes foram comparadas por meio de teste de media (teste de Tukey), realizando-se o desdobramento quando observado significância do da interação, ou mesmo quando observa-se significância dos dois fatores de forma isolada. Todas as análises foram realizadas considerando-se significância de até 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAS[®] University 3.6 (SAS[®], 2016).

No experimento I, para determinar o número de dias de avaliação em que a variável altura da planta se estabilizou, foi ajustado um modelo platô com resposta linear.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO (Experimento I)

4.1. Salinidade do solo

Com base no resumo das análises de variância pelo valores de F, observa-se que houve efeito significativo das substâncias húmicas (SH) sobre o pH do solo (Tabela 6). Observa-se efeito significativo também da condutividade elétrica da água de irrigação (CE_{ai}) sobre a condutividade elétrica do solo (CE_a). A interação CE_{ai} x SH não foi significativo para nenhum dos fatores avaliados.

Tabela 6. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do potencial heterogêneo do solo (pH_s) e condutividade elétrica do solo (CE_a) no final do experimento

Fv	GL	pH	CE _a
Blocos	2	3,10 ^{ns}	1,20 ^{ns}
CE _{ai}	5	0,58 ^{ns}	50,76 ^{**}
SH	3	10,41 ^{**}	1,04 ^{ns}
CE _{ai} x SH	15	0,82 ^{ns}	0,57 ^{ns}
Resíduo	46	-	-
Total	71	-	-
CV (%)	-	4,8	23,5

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

O aumento da salinidade das águas de irrigação não influenciou o pH do solo (Figura 7A), com resultados concordantes com os observados por Garcia et al. (2008) que não verificaram alterações nos valores de pH em um Latossolo, cultivado com 30 genótipos de feijoeiro, com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5 a 10 dS m⁻¹.

As doses de SH elevaram o pH do solo de acordo com o aumento das doses de SH, aumentando de 6,03 na testemunha para 6,69 na dose 30 mL L⁻¹ de SH, representa um aumento percentual de 10,9% (Figura 7B). Resultados divergentes dos encontrados por Nunes (2013), que avaliando a mesma fonte de SH, não encontrou efeito significativo no pH do solo para as doses de SH. Comparando o valor do pH registrados na caracterização inicial do solo com o valor médio obtido no final do experimento (Tabela 3) percebe-se que a aplicação de calcário elevou os valores de pH de fortemente ácido para a classe de acidez média (Novais et al., 2007), faixa considerada adequada para a maioria das culturas, inclusive a beterraba.

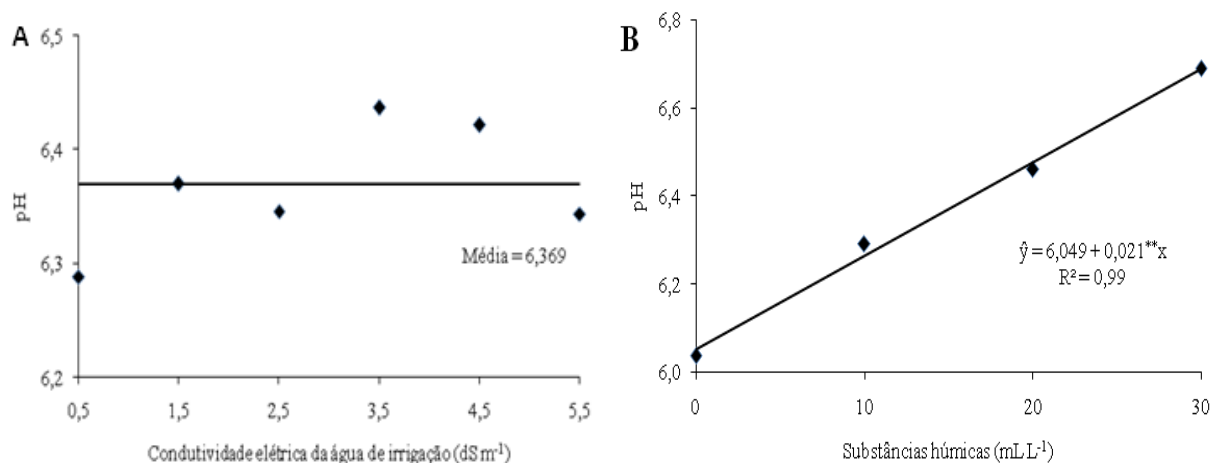


Figura 7. pH do solo ao final do experimento, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de das substâncias húmicas (B)

As irrigações com águas salinas aumentaram a condutividade elétrica do solo (CE_a), tendo os valores de 0,68 dS m⁻¹ elevados para 4,10 dS m⁻¹ entre os tratamentos irrigados com as águas de CE_{ai} 0,5 e 5,5 dS m⁻¹ indicando um incremento de 3,42 dS m⁻¹ referente a um aumento percentual de 502% entre a menor e maior CE_{ai} (Figura 8A), respectivamente, passando de não salino para moderadamente salino (Richards, 1954).

O aumento das doses de substâncias húmicas, não exerceu efeitos significativos para a condutividade elétrica do solo obtendo média de 2,33 dS m⁻¹ (Figura 8B), considerado solo não salino (Richards, 1954).

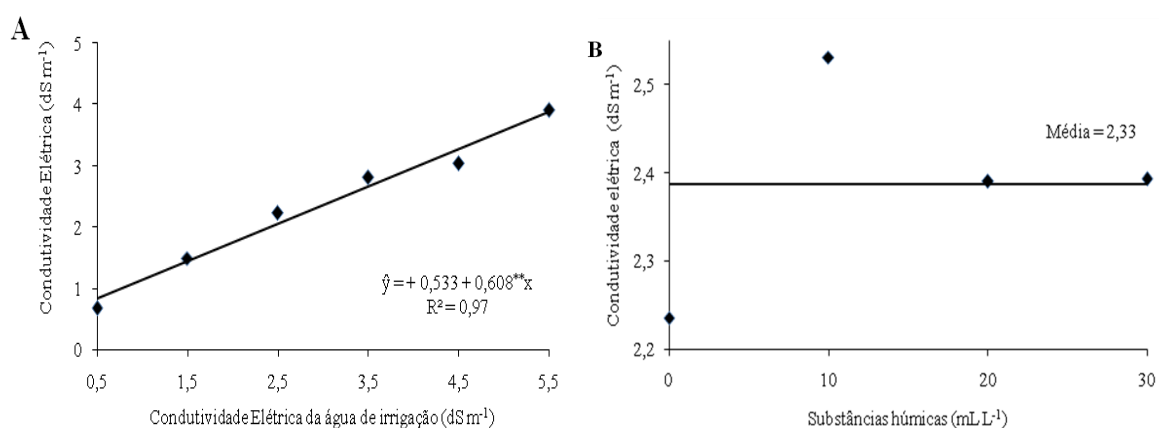


Figura 8. Condutividade elétrica do solo ao final do experimento, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

O aumento desses valores está relacionado aos sais adicionados ao solo, dissolvidos na água de irrigação. Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva (2007) que verificaram aumento da CE no extrato de saturação do solo com o

aumento da CEai. Uma mesma qualidade de água pode ser considerada adequada para certo tipo de solo ou cultura, mas ser inadequada para outros (Hoorn, 1971). O solo em contato com água salina pode ter diferentes comportamento dependendo de suas propriedades físicas e conteúdo de sais iniciais (Kovda et al., 1973). Sendo assim o conteúdo de argila no solo com acentuadas concentrações de sódio expandem-se com mais facilidade reduzindo a permeabilidade do solo, onde a força de hidratação expande a argila, enquanto a força eletrostática prende o sódio a argila, limitando assim a lixiviação, promovendo o acúmulo de sais no solo, isso explica porque houve aumento da CE do solo no experimento I, onde o solo utilizado foi argiloso, não havendo no experimento II em solo arenoso, por os sais serem lixiviados no perfil do solo.

4.2. Variáveis de crescimento

4.2.1. Crescimento vegetativo

Com base nos resumos das análises de variância apresentados na Tabela 7, observa-se efeito significativo dos dias após emergência (DAE) nas variáveis altura (ALT), número de folhas (NF) e área foliar (AF) tiveram, não ocorrendo para os fatores CEai e SH. Não se observou também efeito interativo entre os fatores para estas variáveis.

Tabela 7. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da altura (ALT), número de folhas (NF) e área (AF), aos 23, 38, 53, 68 e 83 dias após a emergência das plantas de beterraba.

Fv	GL	ALT	NF	AF
Blocos	2	2,03 ^{ns}	1,00 ^{ns}	10,87 ^{**}
CEai	5	0,15 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}
SH	3	0,66 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,44 ^{ns}
CEai x SH	15	0,87 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,04 ^{ns}
Resíduo a	46	-	-	-
DAE	4	3304,08 ^{**}	128,98 ^{**}	640,85 ^{**}
CEai x DAE	20	0,70 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,86 ^{ns}
SH x DAE	12	0,70 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,78 ^{ns}
CEai x SH x DAE	60	0,78 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,76 ^{ns}
Resíduo b	192	-	-	-
Total	359	-	-	-
CV (%)	-	9,80	19,29	13,63

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

As águas salinas e as crescentes doses de substâncias húmicas não influenciaram no crescimento e altura das plantas (Figura 9), obtendo média de 26,87 cm. Porém, a altura encontrada neste trabalho foi superior a encontrada por Zárate et al.(2010) que avaliando a cultivar Early Wonder, com cobertura de solo, obteve maior altura de 25,11 cm. Por outro lado os resultados foram divergentes aos de Dias et al. (2013) que observaram redução do crescimento em altura do maracujazeiro amarelo, com a elevação da concentração salina da água de irrigação ao longo do tempo, evidenciando decréscimo de 6, 36 % da altura. Assim como Lima et al. (2016) também obtiveram respostas significativas do estresse salino em plantas de pimentão com redução de 18% da altura entre os tratamentos 0,6 e 3,0 dS m⁻¹. Os resultados demonstram, portanto que a beterraba é tolera a salinidade da água de irrigação até a condutividade elétrica de 5,5dSm⁻¹, sem interferir no crescimento em altura das plantas.

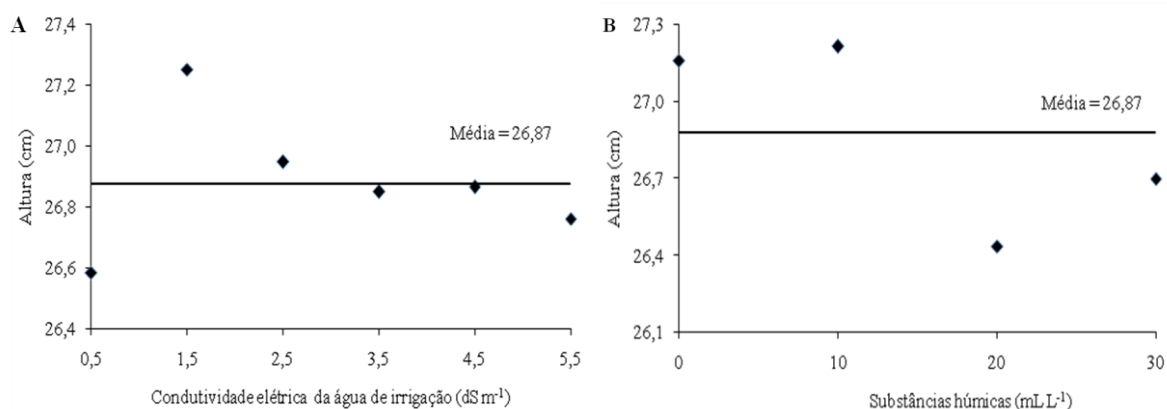


Figura 9. Altura das plantas de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

O crescimento em altura da beterraba aumentou em função dos DAE, observou-se crescimento linear até os 51,5 DAE, mantendo-se constante até os 83 DAE, para o modelo platô (Figura 10). A altura se manteve constante após os 51,5 DAE período aproximado em que a beterraba apresenta folhas definitivas. O comportamento observado é devido á beterraba continuar a emitir folhas até o final do ciclo, e as folhas mais velhas entrarem em processo de senescência, o que esta relacionado ao ciclo fisiológico da cultura.

A altura observada neste trabalho foi superior a encontrada por Magro (2015), que obteve altura máxima de 36,4 cm nas plantas de beterraba com doses de composto orgânico e adubação potássica aos 60 DAT, se aproximaram a altura encontrada por Alves et al. (2008) que avaliando a beterraba em condições de hidropônia, verificaram a

altura de 40,5 cm aos 63 DAT, e foram inferior a encontrada por Gondim et al. (2011), que também trabalhando com cultivo hidropônico em beterraba, observaram que as plantas atingiram 49,58 cm de altura aos 60 DAT.

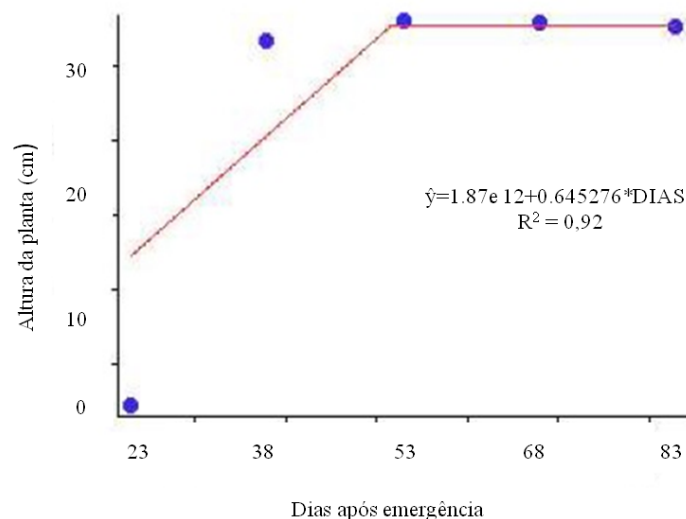


Figura 10. Altura de plantas (cm) de beterraba, em função dos dias após emergência.

Os fatores aplicados não exerceram efeitos significativos sobre o número de folhas das plantas de beterraba (Figura 11), ou seja, apesar das águas salinas diminuírem levemente o número de folhas, não resultou no comprometimento desta variável, com valor médio de 6,06. Os resultados foram superiores aos encontrados por Alves et al. (2008), que estudando a omissão de nutrientes em beterraba, observou que a omissão de N, resultou em apenas 5 folhas/plantas⁻¹. Porém foram inferiores aos resultados encontrados por Gondim et al. (2011), avaliando o crescimento de beterraba ao longo do cultivo, verificaram valor médio de 11 folhas/plantas ao final do ciclo.

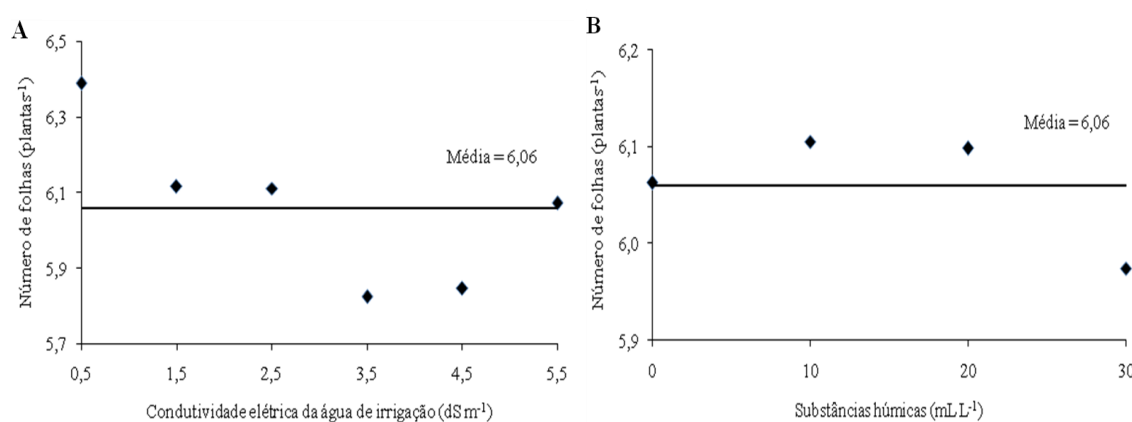


Figura 11. Número de folhas das plantas de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

Observou-se aumento com tendência quadrática do número de folhas com maior valor observado aos 38 DAE, de 7,7 folhas⁻¹ (Figura 12). Isso provavelmente se deu devido ao fato de que neste período (38 dias) às plantas começarem a emitir o tubérculo, assim os nutrientes que seriam para emissão de novas folhas, provavelmente ficavam acumulados no tubérculo, diminuindo desta forma a disponibilidade de nutrientes para a parte aérea da planta, conseqüentemente diminuindo assim números folhas. Resultados divergentes dos encontrados por Gondim et al.(2011), avaliando o crescimento de beterraba ao longo do cultivo, verificou aumento linear no número de folhas de acordo com os DAT, apresentando valor médio de 7,67 folhas plantas⁻¹ aos 65 DAT.

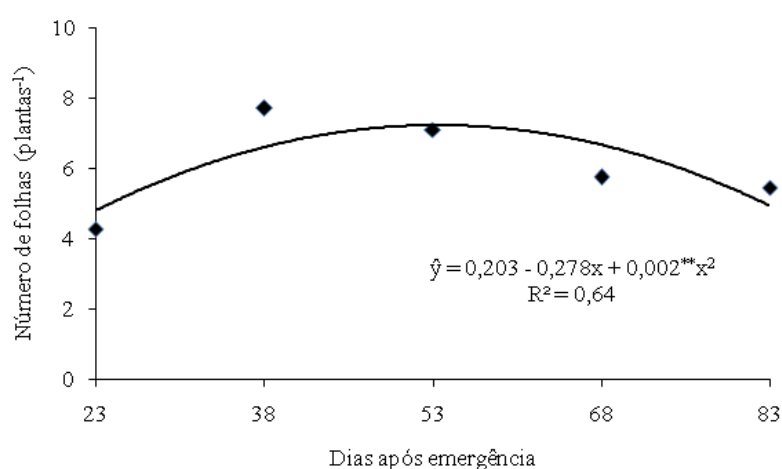


Figura 12. Número de folhas por plantas de beterraba, em função dos dias após emergência.

O aumento da CEai e o incremento das doses de substâncias húmicas diminuíram a área foliar, reduzindo de 124,2 cm² para 116 cm² de acordo com as doses de SH entre 0 e 30 ml⁻¹ indicando uma redução percentual de 6,6% (Figura 13). Santos et al. (2016) estudando, beterraba com diferentes concentrações salinas relatam que a maior área foliar obtida foi com a salinidade de 2,85 dS m⁻¹, a partir desse ponto verificou-se decréscimo de 24%, quando se compara a salinidade 1 dS m⁻¹ com a CEai 5 dS m⁻¹. Segundo Tester & Davenport (2003) salinidade compromete os processos fisiológicos das plantas, reduzindo o potencial osmótico, afetando na absorção de água, podendo apresentar modificações morfológicas, como redução da área foliar, a fim de aumentar a tolerância a salinidade.

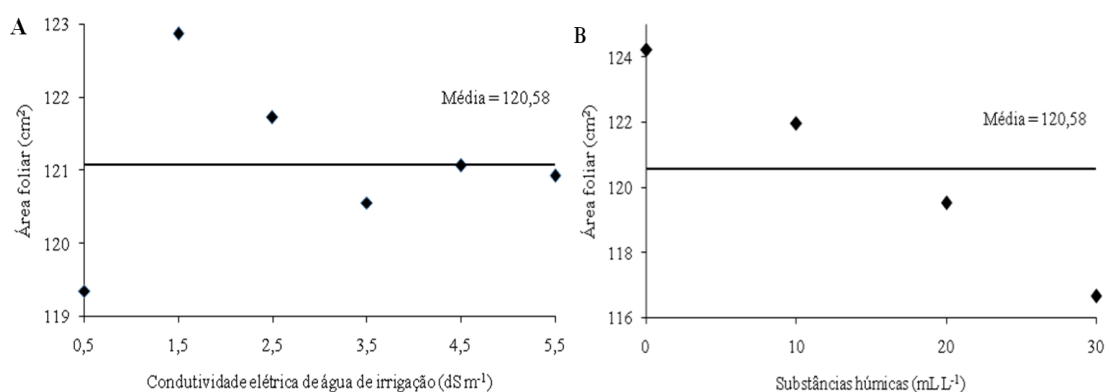


Figura 13. Área foliar das plantas de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

Até aproximadamente os 65 DAE houve aumento na área foliar, mantendo-se a magnitude do efeito até os 83 DAE (Figura 14). A área foliar teve resposta semelhante à altura, mantendo crescimento constante após os 65 DAE, devido à beterraba continuar a emitir folhas até o final do ciclo, à medida que as folhas mais velhas entravam em processo de senescência, o que está relacionado ao ciclo fisiológico da cultura. Concordando com os resultados encontrados por Gondim et al. (2011) que estudando o crescimento de planas de beterraba cultivadas em sistema hidropônico, observaram que as variáveis indicativas de crescimento da planta, mantiveram o mesmo comportamento, com crescimento até o final do ciclo da cultura.

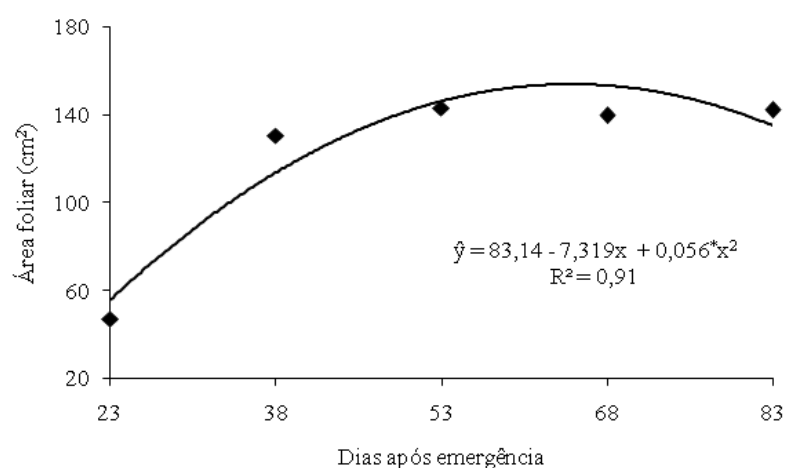


Figura 14. Área foliar das plantas de beterraba, em função dos dias após emergência.

4.3. Variáveis Fisiológicas

4.3.1 Clorofilas

Verifica-se na Tabela 8, que a interação CEai x SH não influenciaram na produção de clorofila *b* e total, porém, a interação SH e DAE exerceram efeito significativo sobre a variável clorofila *a*. Para os DAE observou-se efeito significativo para as variáveis analisadas.

Tabela 8. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da clorofila *a*, *b* e total.

Fv	GL	CLO <i>a</i>	CLO <i>b</i>	CLO Total
Blocos	2	4,93*	1,11 ^{ns}	3,24*
CEai	5	0,67 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,52 ^{ns}
SH	3	1,20 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,12 ^{ns}
CEai x SH	15	0,71 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,56 ^{ns}
Resíduo a	46	-	-	-
DAE	4	121,75**	90,02**	114,42**
CEai x DAE	20	0,96 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,84 ^{ns}
SH x DAE	12	1,90*	0,66 ^{ns}	1,41 ^{ns}
CEai x SH x DAE	60	0,86 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,81 ^{ns}
Resíduo b	192	-	-	-
Total	359	-	-	-
CV(%)	-	9,68	21,71	11,88

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

A interação SH x DAE foi significativa para clorofila *a*, porém não ajustou-se a nenhum modelo de regressão testado. As substâncias húmicas aumentam o movimento e absorção de íons, incrementam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, promovem alta produção de ATP nas células radiculares, aumento nos níveis de clorofila e na síntese de ácidos nucléicos (Caron et al., 2015). De acordo com Katkat et al. (2009) a aplicação de ácidos húmicos eleva a absorção de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn e Mn. Sendo que alguns desses são responsáveis pela formação e composição da clorofila. Resultados semelhantes foram encontrados por Karakurt et al., (2009) que estudando o uso de ácidos húmicos no solo e via foliar em pimentas encontraram que a aplicação de ácidos húmicos, resultou em maior acúmulo de clorofila.

Na Figura 15, verifica-se que para os DAE, ocorreu aumento linear nos valores de clorofila *a*, *b* e total, até os 83 DAE, com maiores valores observados de clorofila *a* 27,81; clorofila *b* 9,06 e clorofila total 36,87 ICF, indicando que com o avançar da idade

das plantas houve um incremento no índice de clorofila *a*, *b* e total, ou seja, as folhas foram mudando sua coloração de verde para verde intenso. Visto que a clorofila é o pigmento que dá a cor verde às plantas sendo essencial para a fotossíntese (Zatarelli et al., 2003). Visto que seu aumento confere à planta maior capacidade de absorção luminosa, o que estimula a atividade fotossintética.

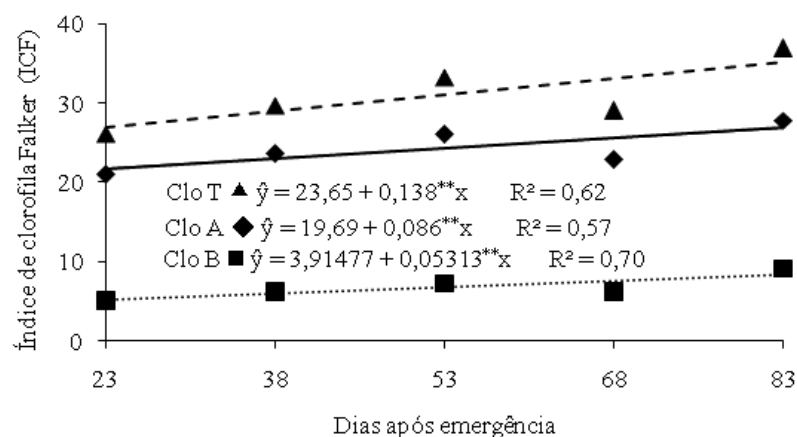


Figura 15. Clorofila *a* (—) clorofila *b* (.....) clorofila Total (----), em função dos dias após emergência.

4.3.2. Trocas Gasosas

De acordo com as variáveis relacionadas às trocas gasosas (Tabela 9) observaram-se efeito significativo das doses de SH na condutância estomática (g_s), e DAE para as variáveis g_s , C_i e taxa de transpiração (E), tendo interação CEai x SH para a variável concentração intercelular de carbono (C_i).

Tabela 9. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (C_i), taxa de transpiração (E), da beterraba

Fv	GL	A	g_s	C_i	E
Blocos	2	20,89**	12,80**	44,34**	31,88**
CEai	5	1,14 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,08 ^{ns}
SH	3	1,27 ^{ns}	3,39*	1,31 ^{ns}	2,27 ^{ns}
CEai x SH	15	0,90 ^{ns}	1,13 ^{ns}	2,03*	0,78 ^{ns}
Resíduo a	46	-	-	-	-
DAE	1	0,01 ^{ns}	293,45**	120,67**	58,35**
CEai x DAE	5	0,62 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,83 ^{ns}
SH x DAE	3	0,65 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,36 ^{ns}
CEai x SH x DAE	15	0,60 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Resíduo b	48	-	-	-	-
Total	143	-	-	-	-
CV(%)	-	27,80	26,24	14,15	34,44

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

Observou-se efeito significativo das diferentes doses de SH para condutância estomática que mesmo havendo efeito significativo não houve ajuste a nenhum dos modelos de regressão testados (Figura 16), e a interação CE_{Ei} x SH exerceu efeito sobre Ci, mas também não houve ajuste a nenhum dos modelos de regressão testados. Resultados divergentes dos encontrados por Silva, et al. (2013), na cultura do feijão-de-corda, onde avaliando os efeitos do biofertilizante e salinidade da água de irrigação, observaram efeito significativo sobre condutância estomática, apenas pelas concentrações de sais da água de irrigação.

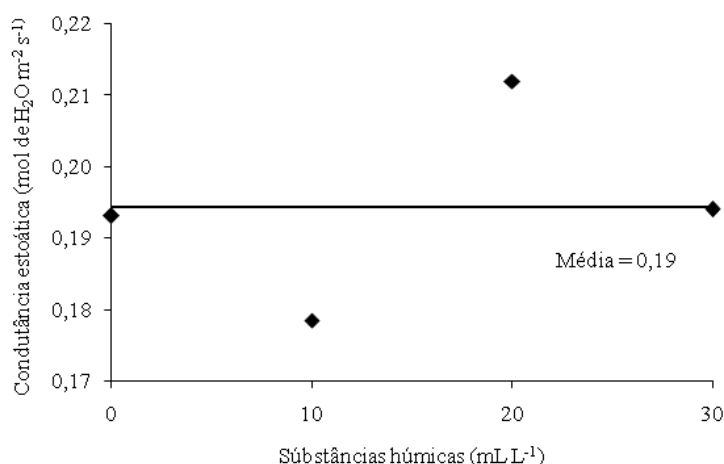


Figura 16. Valores médios da condutância estomática das plantas de beterraba em função das doses de substâncias húmicas.

Aos 36 dias a condutância estomática diminuiu de $0,26 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para $0,12 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aos 57 dias, indicando uma redução percentual de 53,8% no período avaliado (Figura 17). Concordando com os resultados encontrados por Nunes (2016), trabalhando com Biofertilizante e água salina no maracujazeiro amarelo, encontrou valor médio de $0,24 \text{ mol m}^{-2} \text{ S}^{-1}$. Possivelmente a diminuição da condutância estomática tenha ocorrido, como estratégia da planta para minimizar a perda de água, devido ao estresse a alta temperatura (Taiz & Zeiger 2017), dentro da casa de vegetação.

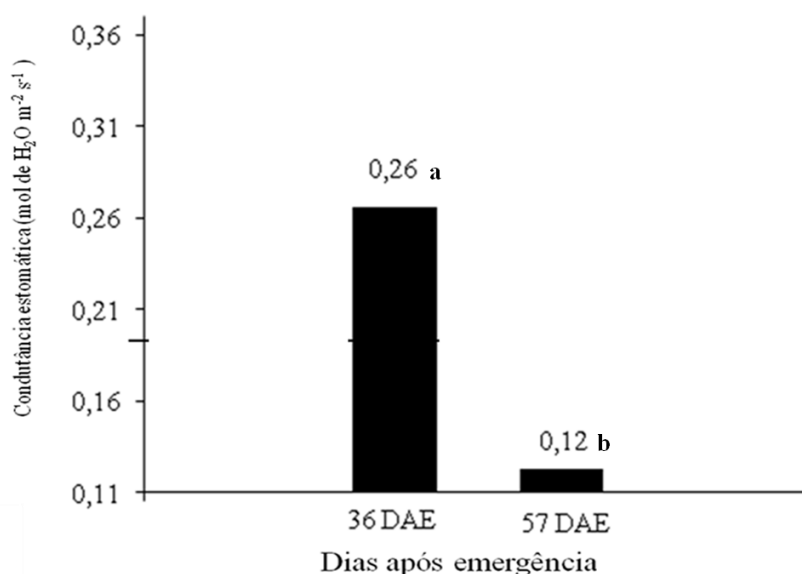


Figura 17. Valores médios da condutância estomática das plantas de beterraba aos 36 e 57 dias após emergência.

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

Aos 36 DAE a Concentração intercelular de carbono diminuiu de $307,90 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para $237,24 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aos 57 DAE, indicando uma redução percentual de 22,9% no período avaliado (Figura 18). A concentração de carbono diminuiu a medida que a respiração aumentou (Figura 19) visto que ambas as variáveis estão diretamente interligadas. Segundo Taiz & Zeiger (2017), o ganho diário de carbono na fotossíntese é perdido pela respiração, perda essa que tende a dobrar em plantas mais velhas.

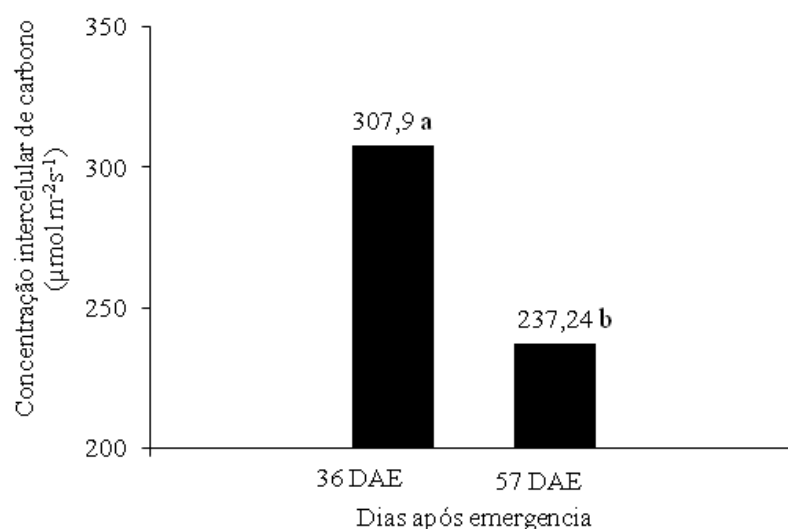


Figura 18. Valores médios da concentração intercelular de carbono das plantas de beterraba aos 36 e 57 dias após emergência.

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

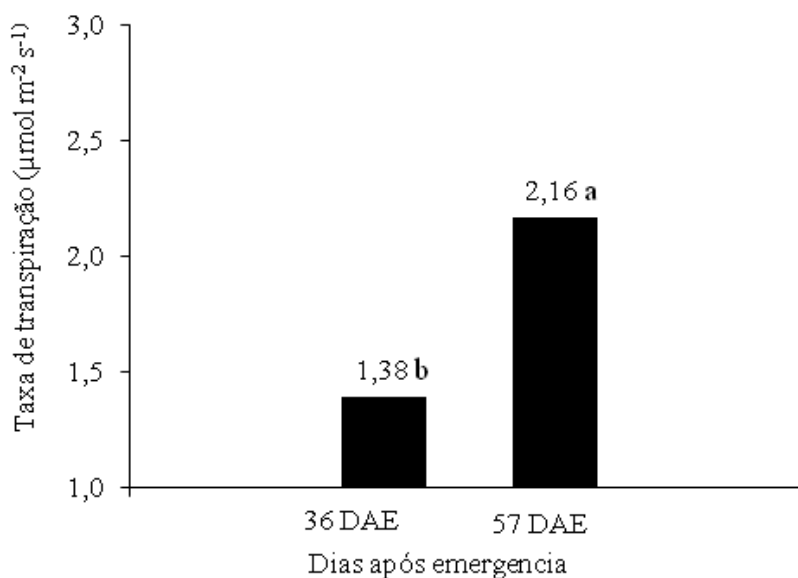


Figura 19. Valores médios da taxa de transpiração das plantas de beterraba em função aos 36 e 57 dias após emergência.

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

Aos 36 DAE a taxa de transpiração aumentou de $1,3 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para $2,1 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aos 57 DAE, indicando um aumento percentual de 61,5% no período avaliado (Figura 19). Os fatores ambientais, tais como a alta temperatura dentro da casa de vegetação pode ter contribuído para esse aumento da taxa de transpiração ao longo do tempo, visto que segundo Taiz & Zeiger (2017), a respiração aumenta de acordo com temperatura, respondendo as mudanças de curto prazo na temperatura, variando com o desenvolvimento da planta e com os fatores externos.

4.4. Variáveis de Produção

Em relação aos dados contidos na Tabela 10 observou-se que a CEai proporcionou efeito significativo sobre a condutividade elétrica (CE) do suco da polpa de beterraba. Não se obtendo efeito significativo para as demais variáveis, assim como, em função das doses de SH e a interação entre SH e CEai.

Tabela 10. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do diâmetro do tubérculo (DT), massa do tubérculo (MT), sólidos solúveis (SS), condutividade elétrica (CE) e pH da beterraba

Fv	GL	DT	MT	pH	CE	SS
Blocos	2	3,04 ^{ns}	3,79 [*]	608,80 ^{**}	0,15 ^{ns}	256,64 ^{**}
CEai	5	0,46 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,35 ^{ns}	3,27 [*]	0,50 ^{ns}
SH	3	1,35 ^{ns}	2,02 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,93 ^{ns}
CEai x SH	15	1,27 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,35 ^{ns}
Resíduo	46	-	-	-	-	-
Total	71	-	-	-	-	-
CV (%)	-	10,00	32,36	9,58	22,32	11,10

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

Para o fator CEai houve incidência de decréscimo no diâmetro do tubérculo a partir da CEai 3,5 dS m⁻¹ e na CEai de 5,5 voltou a subir (Figura 20A). Concordando com Silva et al. (2015) que avaliando o crescimento da cultura da beterraba com diferentes salinidades do solo sob manejo da fertirrigação observaram que o diâmetro das raízes apresentaram redução com o aumento da salinidade. O valor médio observado é inferior ao encontrado por Magro (2015), cujo valor máximo foi de 62,2 mm. Como também as doses de SH reduziu o DT de 47,3 mm para 44,8 mm entre as doses de 0 e 30 mL L⁻¹ de SH, porém também não houve efeito significativo (Figura 20B). Resultado semelhante foi encontrado por Vasconcelos (2009) que avaliando doses de compostos orgânicos não encontrou efeito significativo para diâmetro de tubérculo da beterraba.

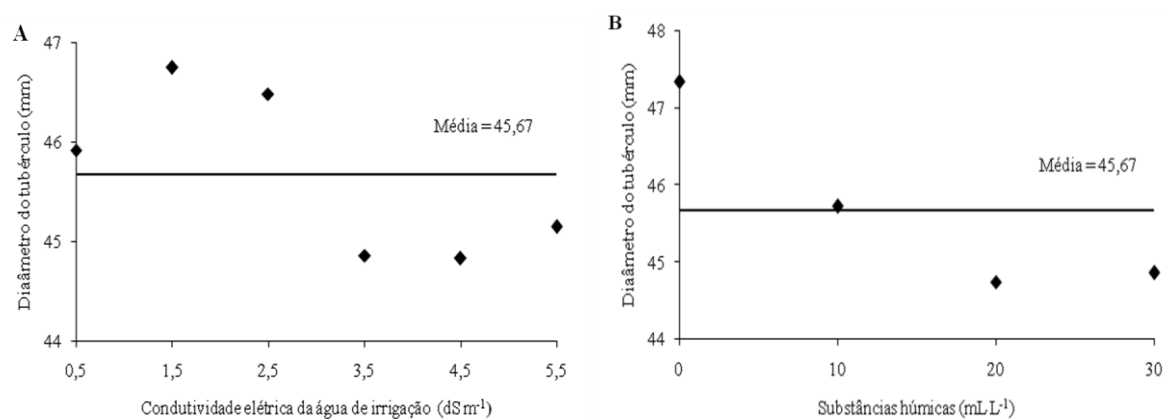


Figura 20. Valores médios do diâmetro do tubérculo da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

Com o aumento das CEai houve redução da massa do tubérculo (MT), reduzindo de 88,8 g para 72,3 g entre a condutividade de 0,5 para a 5,5 dS m^{-1} , indicando perda de 16 g referente a uma redução percentual de 18,5%, porém mesmo com essa redução não foi estatisticamente significativo (Figura 21A). Corroborando com os resultados encontrados por Cordeiro et al. (1999) em estudo realizado com águas salinas e condicionador de solo na produção da beterraba, não encontraram efeitos significativos entre as condutividades elétricas de água de irrigação. Demonstrando a tolerância da beterraba a níveis elevados de salinidade. Os rendimentos aceitáveis obtidos, mesmo quando da utilização de água com níveis elevados de salinidade, explica-se pela melhor capacidade de adaptação osmótica da beterraba (Ayres & Westcot, 1991). Como também as doses de SH reduziram o MT de 86,2 para 70,7 g entre as doses de 0 e 30 mL L^{-1} , indicando perda de 15,5 g referente a uma redução percentual de 17,9%, porém mesmo com essa redução também não foi estatisticamente significativo. Resultados divergentes foram encontrados por Karakurt et al (2009) estudando a aplicação de ácidos húmicos no solo e via foliar observaram que as aplicações elevaram a massa média dos frutos de pimenta.

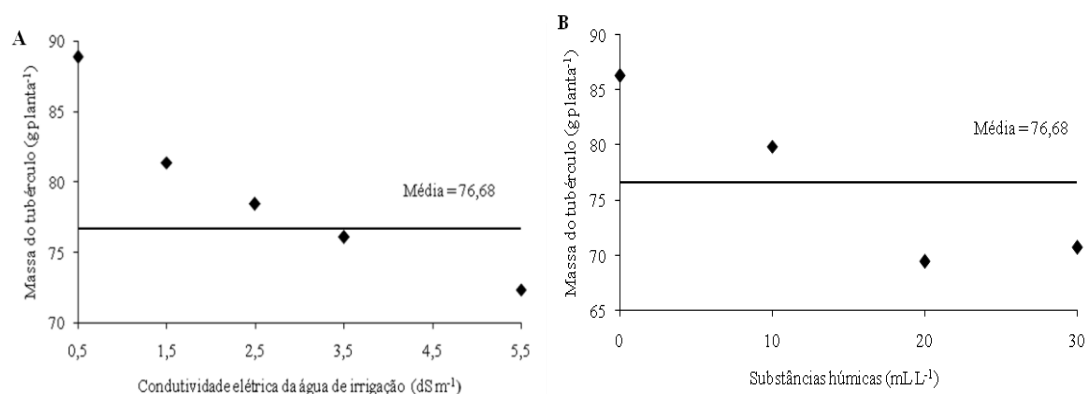


Figura 21. Valores médios da massa do tubérculo da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

As irrigações com águas salinas não influenciaram o pH da polpa de beterraba, obtendo média de 8,5 (Figura 22A). Assim como as doses de substâncias húmicas não influenciaram resultados estatisticamente significativos no pH da polpa da beterraba, resultando em decréscimo de 8,7 para 8,2 do pH, entre as doses 0 e 30 mL L^{-1} indicando uma redução percentual de 5,7% no pH da polpa (Figura 22A). Resultados semelhantes também foram encontrados por Marques et al. (2010), avaliando produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino, não encontraram variação significativa, entre os tratamentos.

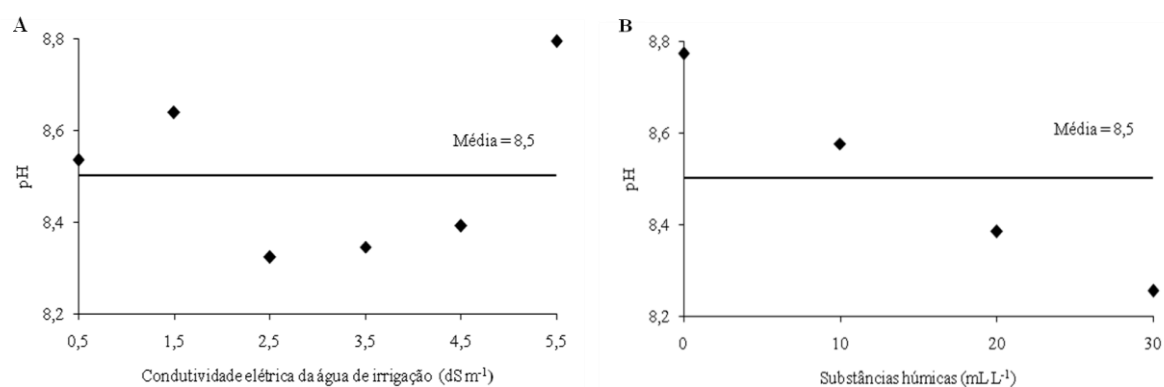


Figura 22. Valores médios do pH do suco da polpa da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de substâncias húmicas (B).

Com o aumento da condutividade de água de irrigação, houve aumento da condutividade elétrica do suco da polpa da beterraba com acréscimo de 9,4 dS m^{-1} para 12,8 dS m^{-1} em média nas águas com condutividade 0,5 para a 5,5 dS m^{-1} indicando um incremento percentual de 36,1% (Figura 23A). As doses de substâncias húmicas não

influenciaram a CE da polpa de beterraba, com valor médio de $2,33 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 23B).

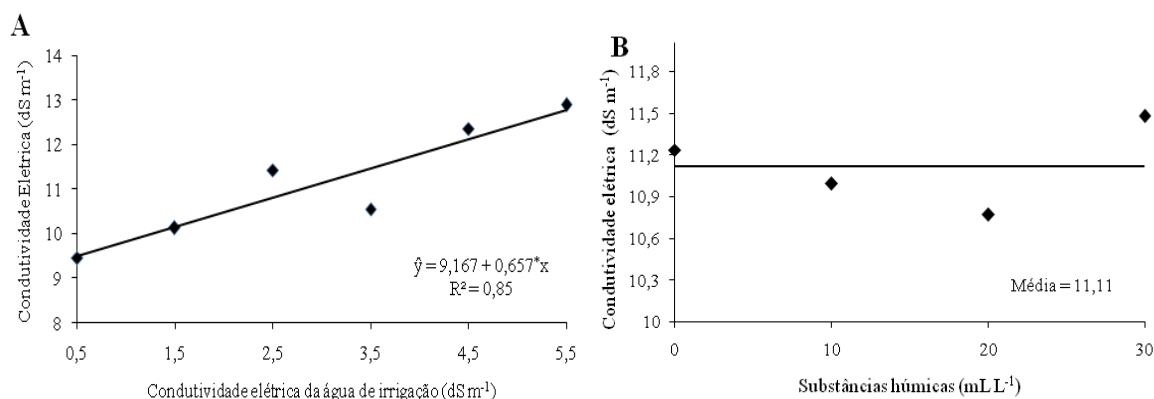


Figura 23. Valores médios de condutividade elétrica do suco da polpa de beterraba no final do experimento, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses substâncias húmicas (B).

Com base nos dados contidos na Figura 24, observa-se que os tratamentos correspondentes às diferentes CEai e crescentes doses SH, não alteraram os teores de sólidos solúveis na polpa de beterraba, com média de 10,45. Corroborando com os resultados encontrados por Marques et al. (2010), avaliando a produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino, não verificaram diferença entre os tratamentos, obtendo faixa de 10,26 a 11,10 °Brix, se assemelhando ao encontrado neste trabalho.

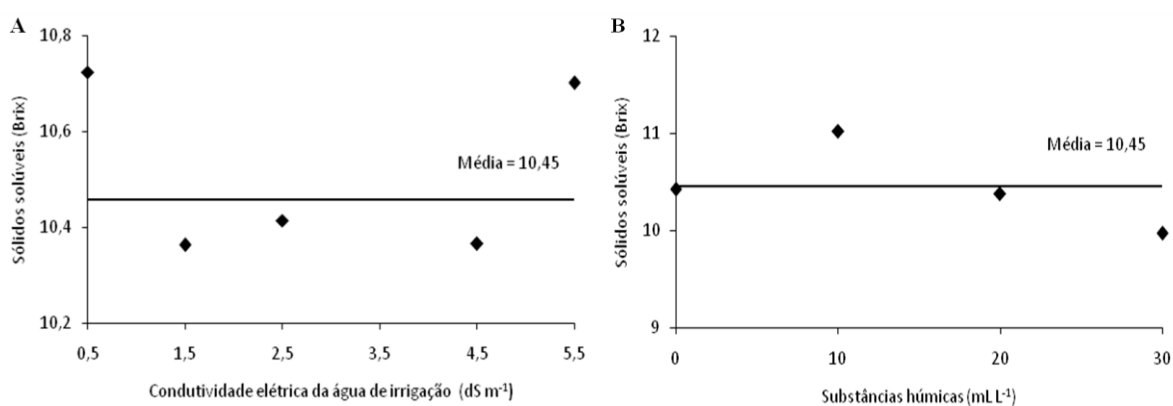


Figura 24. Valores médios de sólidos solúveis do suco da polpa de beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

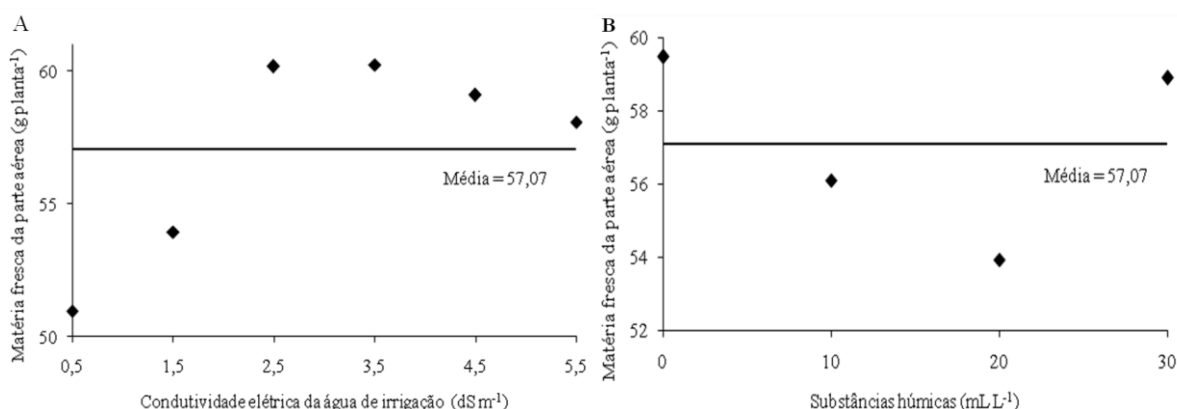
Na Tabela 11 pode-se observar que as fontes de variação SH, e a interação CEai e SH não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas, porém a CEai afetou a MSR.

Tabela 11. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca raiz (MSR) da beterraba.

Fv	GL	MFPA	MFR	MSPA	MSR
Blocos	2	0,49 ^{ns}	3,01 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,81 ^{ns}
CEai	5	1,57 ^{ns}	1,66 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,83*
SH	3	1,11 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,51 ^{ns}
CEai x SH	15	0,59 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,37 ^{ns}
Resíduo	46	-	-	-	-
Total	71	-	-	-	-
CV (%)	-	18,45	82,67	19,49	140,45

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

A aplicação das diferentes CEai e pela doses de SH, não influenciaram a matéria fresca da parte aérea obtendo, média de 57,07 g planta⁻¹ (Figuras 25A e 25B). Esse valor é inferior ao encontrado por Magro (2015), que observaram o valor máximo para MFPA de 62,54 gramas. Assim como para MFR obtendo média de 3,53 g planta⁻¹ (Figura 25C e 25D), porém em relação as aplicações de doses crescentes de SH, observa-se na Figura 25D que houve um incremento de 3,3 para 4,4 g planta⁻¹ de MFR entre as dose 0 e 30 mL L⁻¹, mesmo não exercendo efeito significativo para esta variável.



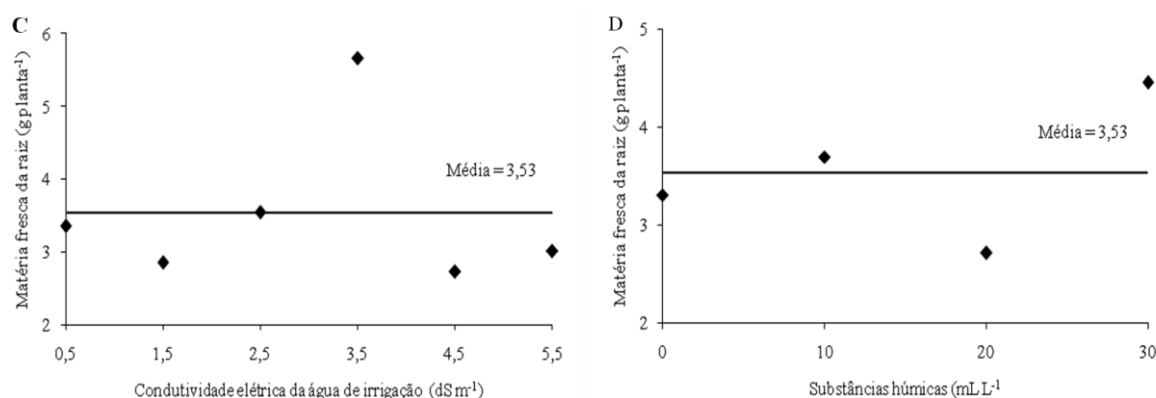
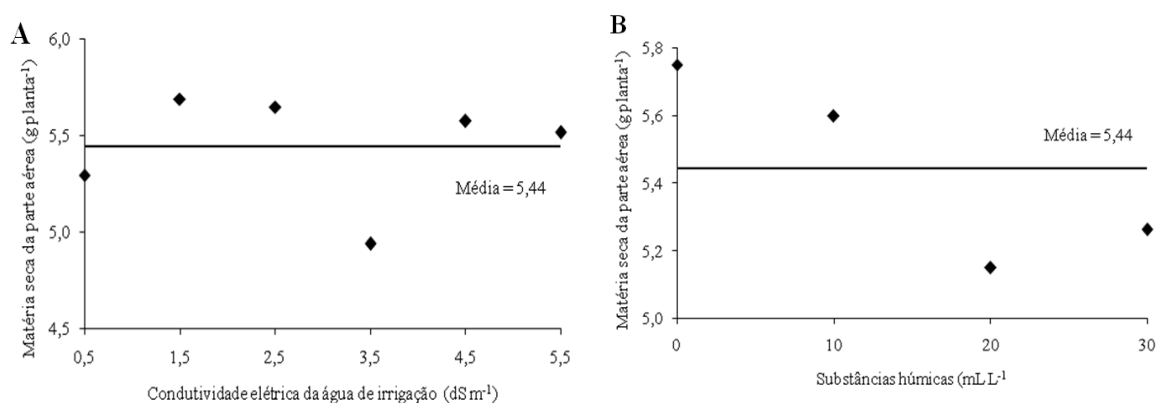


Figura 25. Valores médios da matéria fresca da parte aérea da em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substancias húmicas (B), matéria fresca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substancias húmicas (D).

A aplicação das diferentes CEai e pela doses de SH, não influenciaram a matéria seca da parte aérea obtendo, média de 5,44 g planta⁻¹ (Figuras 26A e 26B). A CEai exerceu efeito significativo sobre a MSR, porém mesmo exercendo efeito a mesma não se ajustou a nenhum modelo de regressão testado, obtendo média de 0,68 g planta⁻¹ (Figura 26C). Para as aplicações de doses crescentes de SH, observa-se na Figura 26D que houve um incremento de 0,5 para 1,0 g planta⁻¹ de MSR mesmo não exercendo efeito significativo para esta variável. Esses resultados também foram inferiores aos encontrados por Magro (2015), que encontraram valores médios de 6,10 para MSPA e 13,02 para MSR. Concordando com os resultados encontrados neste experimento Vasconcelos (2009) constatou que a MSR de beterraba não foi influenciada pelas doses de composto orgânico.



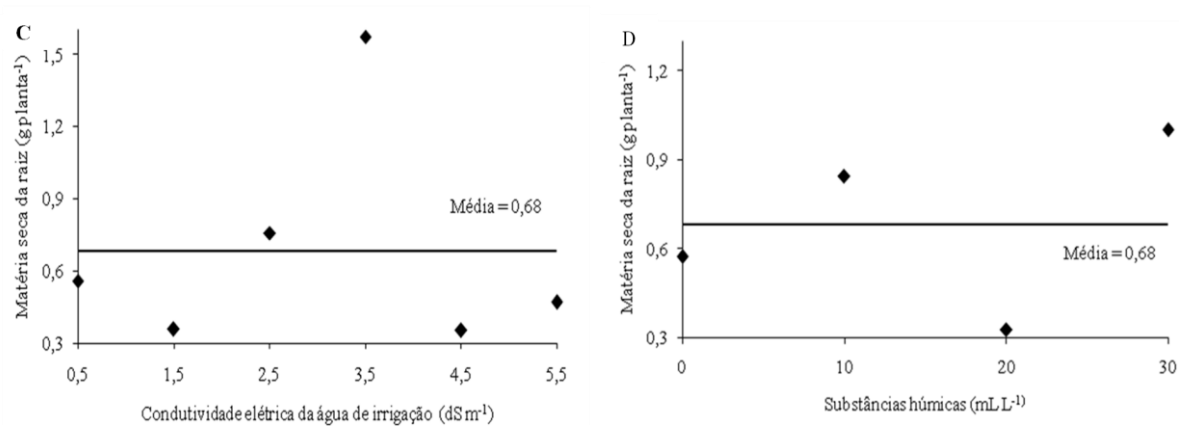


Figura 26. Valores médios da matéria seca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), matéria seca da parte aérea da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substâncias húmicas (D).

5. CONCLUSÕES

1. As substâncias húmicas aumentou o pH do solo.
2. A condutividade elétrica da água de irrigação aumentou a condutividade elétrica do solo e a condutividade elétrica da polpa da beterraba, porém não influenciou estatisticamente a produção da beterraba.
3. De acordo com a idade da planta a altura, número de folhas, área foliar, índice de clorofila *a*, *b*, total e taxa de transpiração aumentaram, enquanto a condutância estomática e a concentração interna de CO₂ diminuíram.
4. As substâncias húmicas associada aos dias após emergência exerceu aumento na clorofila *a* da beterraba.
5. A beterraba tolerou a salinidade da água de irrigação até a condutividade elétrica 5,5 dSm⁻¹ demonstrando que apresenta boa manutenção da atividade fotossintética sob baixa exposição à salinidade, produzindo satisfatoriamente até a salinidade 5,5 dSm⁻¹ sendo assim uma planta resistente a salinidade da água de irrigação.
6. As substâncias húmicas até a dose 30 ml não proporcionou resultados satisfatórios na atenuação dos efeitos da salinidade na cultura da beterraba.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO (Experimento II)

6.1. Salinidade do solo

A CE_{ai} e a interação CE_{ai} e SH não exerceram efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas, porém, as SH promoveram efeito significativo sobre o pH do solo no final do experimento (Tabela 12).

Tabela 12. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do pH e CE_s do solo no final do experimento.

FV	GL	pH	CE _a
Bloco	2	3,22*	1,30 ^{ns}
CE _{ai}	5	0,52 ^{ns}	1,80 ^{ns}
SH	3	82,12*	1,34 ^{ns}
CE _{ai} x SH	15	1,18 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Resíduo	46	-	-
Total	71	-	-
CV(%)	-	7,66	52,91

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

As doses de SH aumentou linearmente o pH, de 5,5 para 8,0 entre as doses de 0 e 140 mL L⁻¹ de SH (Figura 27). Percebe-se na figura 27 que o pH do solo com o incremento das SH, passou de fortemente ácido para alcalino (Novais et al., 2007).

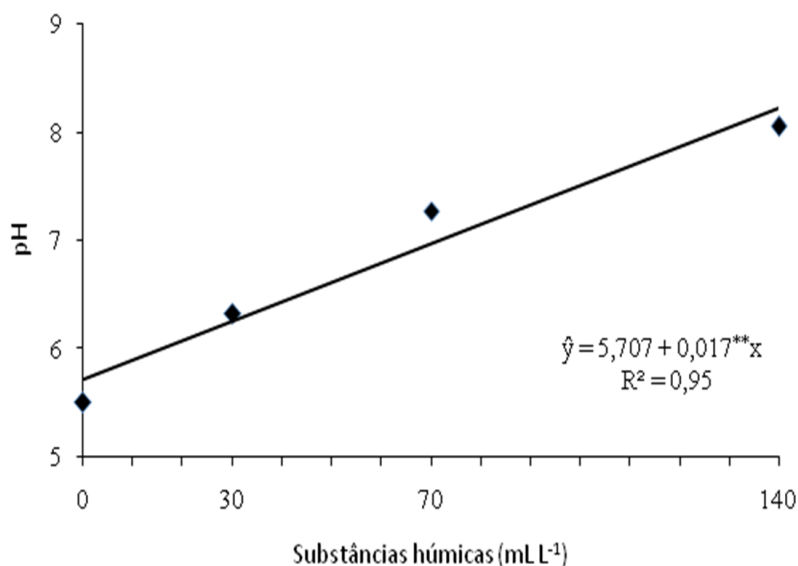


Figura 27. pH do solo ao final do experimento em função das doses de substâncias húmicas.

6.2. Variáveis fenométricas

Em relação à análise de variância, observou-se efeito significativo dos dias após transplante (DAT) sobre a altura (ALT), número de folhas (NF) e área foliar (AF) e da interação SH e DAT, não observando-se efeito para as demais fontes de variação (Tabela 13).

Tabela 13. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da altura (ALT), número de folhas (NF) e área (AF), aos 15, 30, 45, 60 e 78 dias após o transplante da beterraba.

Fv	GL	ALT	NF	AF
Bloco	2	53,03 ^{**}	2,31 ^{ns}	18,66 ^{**}
CEai	5	0,79 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,95 ^{ns}
SH	3	0,79 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,66 ^{ns}
CEai x SH	15	0,92 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Resíduo a	46	-	-	-
DAT	4	133,38 ^{**}	65,32 ^{**}	133,88 ^{**}
CEai x DAT	20	1,29 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,97 ^{ns}
SH x DAT	12	2,72 [*]	2,87 [*]	2,94 [*]
CEai x SH x DAT	60	0,69 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Resíduo b	192	-	-	-
Total	257	-	-	-
CV(%)	-	10,13	12,38	11,27

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

Observa-se na Figura 28, que com aumento das doses de SH ao longo do tempo, houve acréscimo linear na altura das plantas de beterraba. Após os 60 dias, com o acréscimo das doses de SH a partir da dose 30 mL L⁻¹, as plantas de beterraba apresentaram um decréscimo na altura, demonstrando que possivelmente as SH perdem seu efeito ao longo do tempo. Os resultados estão coerentes com os de Nomoura et al. (2012), que também constatou decréscimo do desenvolvimento em altura de mudas de bananeira, nas doses mais altas de HUMITEC[®] e RUTER AA[®]. Este efeito pode estar associado à presença de compostos semelhantes às auxinas nas substâncias húmicas, contribuindo para o crescimento das plantas, Sediya et al. (2000); Canellas et al. (2002); Façanha et al. (2002); Nardi et al. (2002); Zandonadi et al. (2007); Trevisan et al. (2010); Caron et al. (2015). Segundo Khaled e Fawy (2011), a aplicação foliar de substâncias húmicas aumentaram a absorção de nutrientes no milho sob estresse salino.

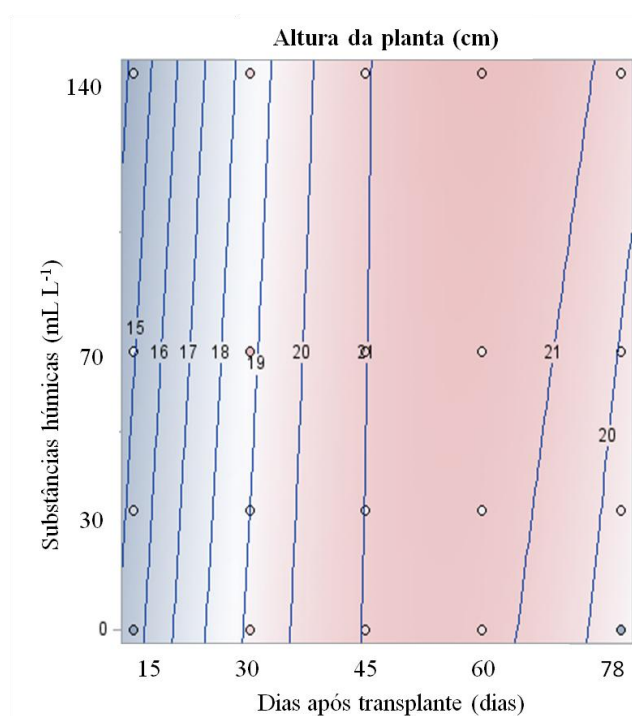


Figura 28. Altura de plantas de beterraba, em função das doses de substâncias húmicas e dias após transplante.

Os dados referentes aos DAT sobre o número de folhas não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, obtendo, média de 6,19 (Figura 29). Resultado aproximado dos encontrados por Gondim et al.(2011), avaliando o crescimento de beterraba ao longo do cultivo, verificou aumento no número de folhas de acordo com os DAT, apresentando valor médio de 7,67 folhas/plantas aos 65 DAT.

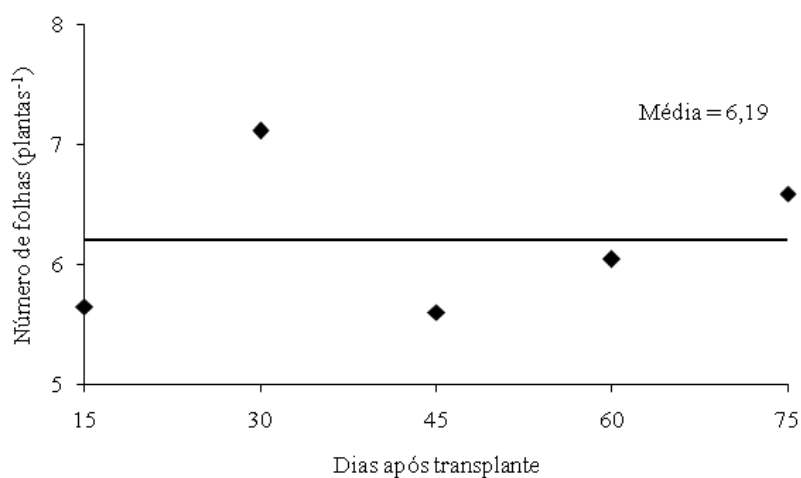


Figura 29. Valores médios do número de folhas da beterraba em função dos dias após transplante.

Pode-se observar na Figura 30, que até os 45 dias, independente das doses de SH, a área foliar das plantas apresentou crescimento linear. Próximo aos 60 DAT observou-se os maiores valores, na combinação com as doses crescentes de SH, com maior efeito a partir da doses estimada de 55 mL L⁻¹ de SH. Resultados estão coerentes aos encontrados por Sousa et al. (2016) ao analisarem salinidade da água de irrigação e biofertilizante orgânicos na cultura do rabanete. O aumento da área foliar é benéfico para a produção, até que o seu índice chegue à máxima eficiência entre a interceptação da luz e conversão em reservas para crescimento (Larcher, 2004).

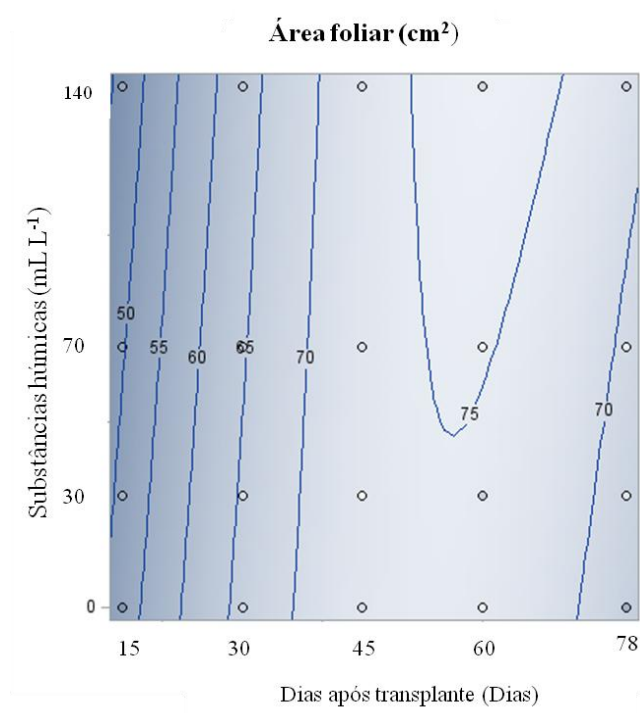


Figura 30. Área foliar das plantas de beterraba em função de doses substâncias húmicas e dias após transplante.

6.3. Variáveis Fisiológicas

6.3.1. Clorofilas

A SH exerceu efeito significativo sobre a clorofila *a* e clorofila total. Todas as variáveis estudadas foram influenciadas pelos DAT (Tabela 14).

Tabela 14. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da clorofila *a*, *b*, e total, da beterraba.

Fv	GL	Clo <i>a</i>	Clo <i>b</i>	Clo Total
Bloco	2	3,02 ^{ns}	2,10 ^{ns}	2,72 ^{ns}
CEai	5	1,69 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,86 ^{ns}
SH	3	3,93*	1,94 ^{ns}	3,30*
CEai x SH	15	0,68 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Resíduo a	46	-	-	-
DAT	4	51,93**	81,95**	63,89**
CEai x DAT	20	0,72 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,69 ^{ns}
SH x DAT	12	1,45 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,39 ^{ns}
CEai x SH x DAT	60	1,08 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,97 ^{ns}
Resíduo b	192	-	-	-
Total	357	-	-	-
CV(%)	-	10,74	19,70	12,36

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

As plantas de beterraba apresentaram diferenciação quanto aos níveis de SH para as variações dos pigmentos fotossintéticos de clorofila *a*, e total, onde as concentrações dos pigmentos, clorofila *a*, e total, apresentaram comportamentos semelhantes, aumentando linearmente com o incremento de SH, com os maiores índices 28,48 para clorofila *a* e 36,96 para clorofila Total, referentes à dose máxima de 140 mL L⁻¹, já clorofila *b* não exerceu efeito significativo, obtendo média de 8,12 ICF (Figura 31). Segundo Ertani et al. (2011), as substâncias húmicas derivadas da decomposição da lignina estimulam o aumento do teor de clorofila assim como a atividade da rubisco. Segundo Verlinden et al. (2009), os ácidos húmicos e fúlvicos promovem maior absorção de nitrogênio, fósforo e magnésio pelas plantas. Sendo o nitrogênio e magnésio, nutrientes responsáveis pelo teor de clorofila nas plantas.

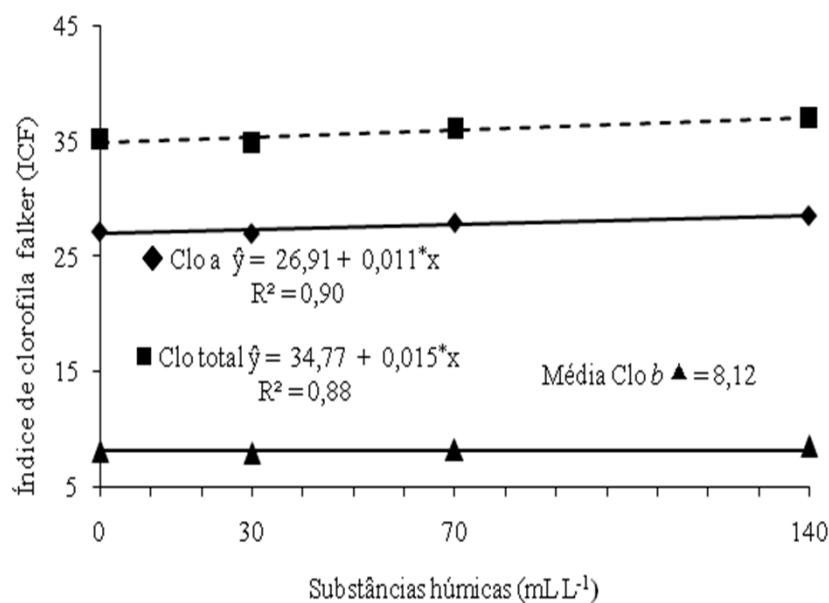


Figura 31. Clorofila *a* (—), clorofila total (----), em função de doses de substâncias húmicas.

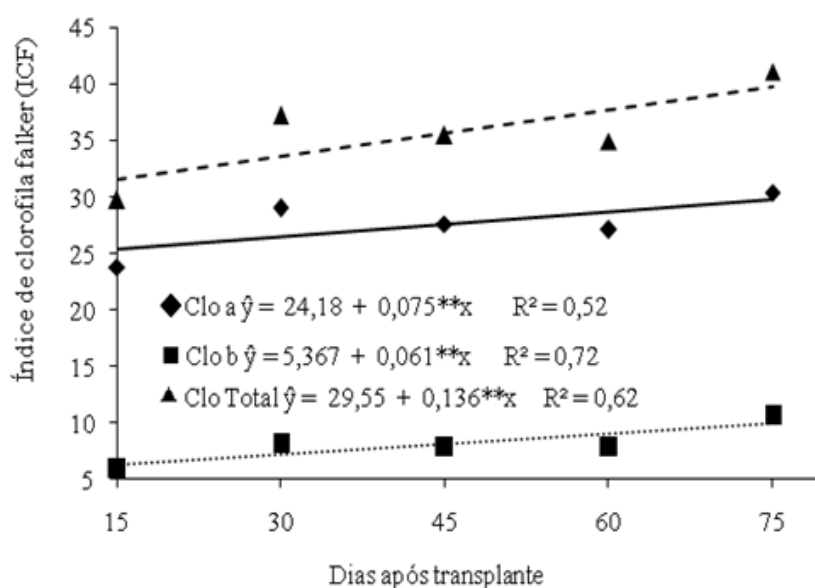


Figura 32. Clorofila *a* (—) clorofila *b* (.....) clorofila total (----), em função dos dias após transplante.

Observa-se na Figura 32, que de acordo com os DAT os valores médios de clorofila *a*, *b* e total obtiveram aumento linear, com valores médios de 30,41 clo *a*, 10,70 clo *b* e 41,12 clo total aos 75 DAT. Indicando que com o avançar da idade das plantas houve um incremento no índice de clorofila *a*, *b* e total, ou seja, as folhas foram mudando sua coloração de verde para verde intenso. Visto que a clorofila é o pigmento que dá a cor verde as plantas sendo essencial para a fotossíntese (Zatarelli et al., 2003).

Visto que seu aumento confere a planta maior capacidade de absorção luminosa, o que estimula a atividade fotossintética.

6.3.2. Trocas Gasosas

De acordo com a análise de variância pode-se observar que não houve efeito significativo para as variáveis estudadas para interação CEai x DAT, no entanto a CEai exerceu efeito significativo para a variável taxa de assimilação líquida de CO₂ (A). As doses de SH exerceu efeito significativo sobre a variável A, taxa de transpiração (E) e concentração intercelular de CO₂ (Ci). A interação CEai x SH exerceu efeito significativo sobre as variáveis A, E e Ci. Os DAT exerceram efeito significativo em todas as variáveis estudadas. A interação, doses de SH x DAT exerceu efeito significativo sobre as variáveis A e Ci. A interação tripla CEai x SH x DAT, exerceram efeito significativo para as variáveis condutância estomática (g_s), E e Ci (Tabela 15).

Tabela 15. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (g_s), concentração interna de CO₂ (Ci) e taxa de transpiração (E), da beterraba

Fv	GL	A	g _s	E	Ci
Bloco	2	0,60 ^{ns}	0,19 ^{ns}	2,95 ^{ns}	0,09 ^{ns}
CEai	5	4,81 [*]	0,41 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,51 ^{ns}
SH	3	12,54 ^{**}	1,91 ^{ns}	7,67 [*]	17,96 ^{**}
CEai x SH	15	3,07 [*]	1,45 ^{ns}	3,35 [*]	2,68 [*]
Resíduo a	46	-	-	-	-
DAT	1	8,55 [*]	136,75 ^{**}	44,39 ^{**}	79,03 ^{**}
CEai x DAT	5	2,08 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,74 ^{ns}
SH x DAT	3	10,92 ^{**}	1,65 ^{ns}	0,97 ^{ns}	8,32 [*]
CEai x SH x DAT	15	1,46 ^{ns}	2,35 [*]	3,23 [*]	1,96 [*]
Resíduo b	48	-	-	-	-
Total	143	-	-	-	-
CV(%)	-	37,36	39,73	24,77	14,77

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

Os dados referente à variável fotossíntese líquida das plantas submetidas a tratamentos com diferentes CEai, não se ajustou a nenhum modelo de regressão testado, apresentando média de 6,74 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{S}^{-1}$ e decréscimo percentual de 9,8% da CEai 0,5 5,5 dSm⁻¹ para a 5,5 dSm⁻¹ (Figura 33A). Esses resultados estão relacionados com a decorrência do fechamento estomático, que houve uma redução de acordo com o aumento da salinidade da água de irrigação, mesmo não sendo estatisticamente

significativo (Figura 33B), e possivelmente pelo decréscimo de carboxilação da Rubisco. Resultados similares aos de Silva et al. (2013), que observou a redução da taxa fotossintética e condutância estomática, com o aumento da salinidade da água de irrigação no feijão-de-corda.

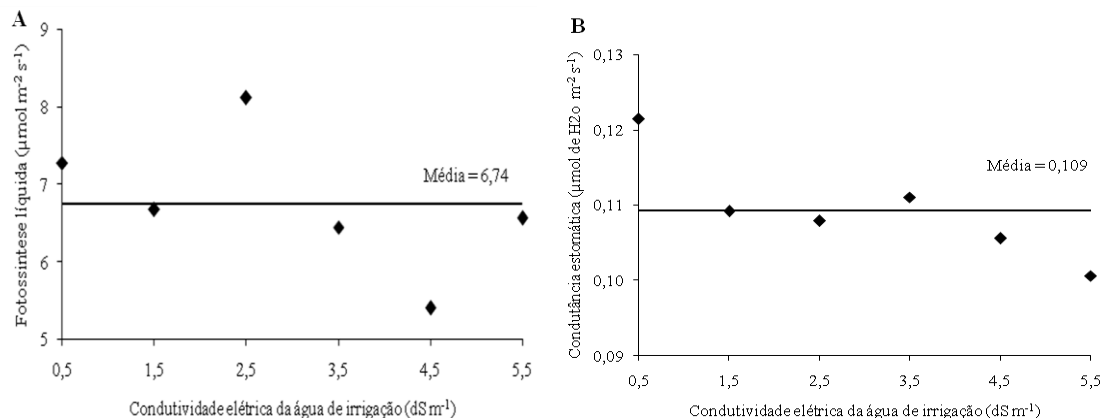


Figura 33. Valores médios da fotossíntese líquida da beterraba em função da condutividades da água de irrigação (A) e condutância estomática (B).

Os dados referentes à interação CEai x SH sobre às variáveis A, E e Ci, mesmo sendo significativo, para, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado.

Mesmo havendo efeito significativo, para interação tripla CEai x SH x DAT, sobre às variáveis fisiológicas A, gs, E e Ci os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado (Tabela 15). Silva et al. (2011), verificaram resultados semelhantes estudando salinidade da água de irrigação e biofertilizante bovino, no feijoeiro, observaram que a interação salinidade e biofertilizante afetou significativamente a fotossíntese, transpiração e a condutância estomática.

Observa-se na tabela de médias que para todas as variáveis estudadas, exceto para E, as maiores médias foram observadas aos 37 DAT, dia em que se realizou a primeira leitura das variáveis fisiológicas (Tabela 16).

Tabela 16. Tabela com médias referentes às variáveis taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) concentração interna de CO₂ (Ci) em duas épocas de coleta de dados 37 e 67 dias após transplante

DAT	A	gs	E	ci
	µmol m ⁻² s ⁻¹	mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	µmol m ⁻² s ⁻¹
37 dias	8.23a	0.15b	1.29a	291.36b
67dias	6.32a	0.07a	1.72b	233.36a

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

De acordo com o aumento das doses de SH, houve aumento quadrático para a fotossíntese líquida aos 61 DAT (Figura 34A), assim como também para as duas leituras juntas 37 e 67 DAT (Figura 34B). Esses resultados, provavelmente, sejam em razão dos efeitos do insumo orgânico no estado nutricional das plantas em decorrência da atenuação da ação depressiva dos sais às plantas (NARDI et al., 2002; Baalousha, et al. 2006).

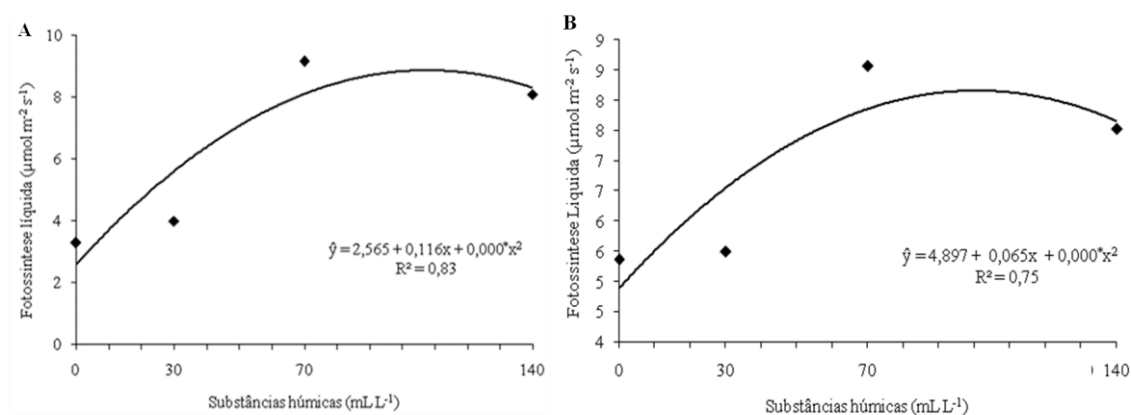


Figura 34. Taxa de fotossíntese líquida das plantas de beterraba em função de doses de substâncias húmicas aos 61 dias após transplante das plantas (A). Fotossíntese líquida, em função de doses de substâncias húmicas em ambas as leituras (B)

De acordo com o aumento das doses de SH, houve um aumento quadrático para a taxa de transpiração com aumento percentual de 16,2% (Figura 35). Os resultados estão de acordo com os de Silva et. al., 2013), observaram que a aplicação de biofertilizante via foliar provocou aumento nos valores de transpiração da cultura do feijão-de-corda sob estresse salino.

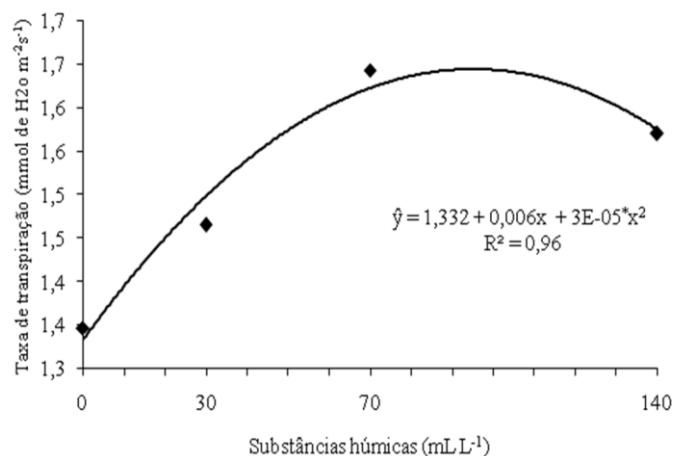


Figura 35. Taxa de transpiração, em função de doses de substâncias húmicas.

Com o aumento das doses SH, houve decréscimo linear para a concentração intercelular de carbono de 16,5% da dose 0 de SH para a dose 140 mL L^{-1} (Figura 36A),

Assim como também houve decréscimo linear para a concentração intercelular de carbono de acordo de 31,6% da dose 0 de SH para a 140 mL L⁻¹ aos 61 dias após transplante da plantas (Figura 36B), demonstrando que a maior dose de SH proporcionou uma menor concentração interna de carbono, indicando portanto que altas doses de SH se torna um fator limitante para este fator fisiológico nas plantas de beterraba. Resultados divergentes dos encontrados por Freire (2011), trabalhando com biofertilizante e cobertura morta no maracujazeiro amarelo, observou que o biofertilizante elevou a Ci de 206,2 para 229,3 µmol.

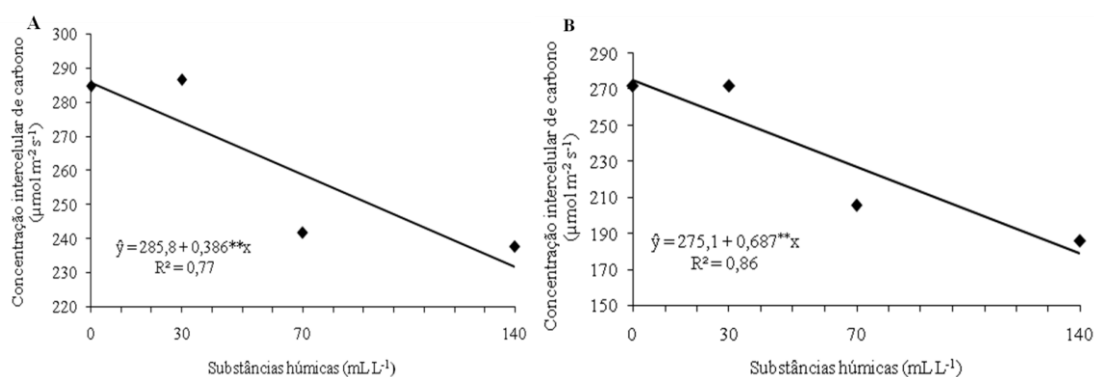


Figura 36. Concentração intercelular de carbono, em função de doses de substâncias húmicas (A) Concentração intercelular de carbono, em função de doses de substâncias húmicas aos 61 dias após emergencia das plantas (B).

6.4. Variáveis de Produção

Observa-se na tabela de análise de variancia que houve efeito significativo da CEai nas variáveis massa do tubérculo (MT), pH, condutividade elétrica (CE) e sólidos solúveis (SS). Para a fonte de variação doses de SH houve efeito significativo em todas as variáveis estudadas. Houve efeito significativo para a interação CEai x SH sobre as variáveis pH, CE, SS (Tabela 17).

Tabela 17. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, do diâmetro do tubérculo (DT), peso do tubérculo (PT), pH, condutividade elétrica (CE), sólidos solúveis (SS) da beterraba.

Fv	GL	DT	MT	pH	CE	SS
Bloco	2	2,61 ^{ns}	3,52 [*]	0,88 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,00 ^{ns}
CEai	5	2,11 ^{ns}	2,85 [*]	178,36 ^{**}	76514,8 ^{**}	238246 ^{**}
SH	3	6,25 [*]	8,56 [*]	60,73 ^{**}	193487 ^{**}	26390,6 ^{**}
CEai x SH	15	0,59 ^{ns}	0,68 ^{ns}	21,15 ^{**}	61691,9 ^{**}	190943 ^{**}
Resíduo	46	-	-	-	-	-
Total	71	-	-	-	-	-
CV(%)	-	24,98	43,83	0,34	0,08	0,10

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

Não houve diferença significativa em função do aumento da CEai para diâmetro do tubérculo, porém observa-se que mesmo a diferença não sendo estatisticamente significativa houve uma redução no DT, com valor médio de 14,35 mm (Figura 37A). Esses efeitos podem estar associados aos processos osmóticos e tóxicos do estresse salino, afetando as trocas gasosas, inibindo a expansão foliar e acelerando a senescência das folhas maduras, reduzindo a área fotossintética (Muns, 2002), diminuindo assim, a produção da cultura.

Verificou-se diferença significativa para os efeitos doses de SH isoladamente, sobre os valores de diâmetro do tubérculo, na produção da cultura da beterraba onde o aumento das doses de SH aumentou o diâmetro do tubérculo com reflexos positivos a partir da dose de 30 mL L⁻¹ com acréscimo linear, onde o DT aumentou de 11,9 mm na dose 0 de SH para 13,3; 15,3 e 16,7 mm respectivamente para as doses de SH de 30; 70 e 140 mL L⁻¹ um incremento positivo de 4,8mm referente a um aumento percentual de 40,3% entre a menor e maior dose de SH utilizada (Figura 37B). Coerentes aos resultados encontrados por Silva et al. (2013), avaliando o efeito do biofertilizante bovino via foliar, sobre a produtividade do feijão-de-corda, observaram aumento de 21% na produtividade, entre os tratamentos.

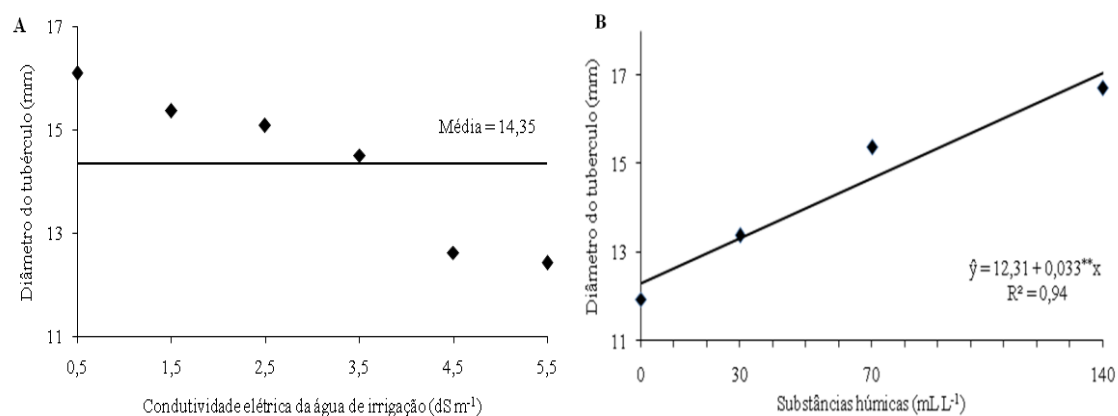


Figura 37. Diâmetro dos tubérculos da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação resultou em decréscimo linear na massa média dos tubérculos, diminuindo de 301,64 g planta⁻¹ na CEai de 0,5 dS m⁻¹ para 264,59; 223,99; 253,43; 177,96 e 176,64 g planta⁻¹, respectivamente para as CEa de irrigação de 1,5; 2,5; 3,5 ; 4,5 e 5,5 dS m⁻¹ indicando em uma redução percentual de 41,4% (Figura 38A).

Com aumento das doses de substâncias húmicas na beterraba, houve incremento linear da massa média do tubérculo aumentando de 13,80 g planta⁻¹ na dose 0 de SH para 15,19; 22,71 e 25,98 g planta⁻¹, nas doses 30; 70 e 140 mL L⁻¹ indicando em um incremento de 12,8g planta⁻¹ referente a um aumento percentual de 88,26% entre a menor e maior dose utilizada (Figura 38B). Concordando com os resultados de Yildirim (2007), que trabalhando com aplicações em solo e via foliar de ácido húmico em tomate observou que, tanto os tratamentos foliares como os tratamentos de HA do solo afetaram positivamente as características do fruto, incluindo o diâmetro do fruto, altura do fruto, peso médio do fruto e número de frutos por planta. Resultados semelhantes também foram encontrados por Dias et al. (2011), avaliando a produção do maracujazeiro com águas salinas e biofertilizante bovino, observaram que o aumento da CEai reduziram a produção, enquanto o incremento das freqüências de aplicação do insumo orgânico aumentou a produção do maracujazeiro amarelo.

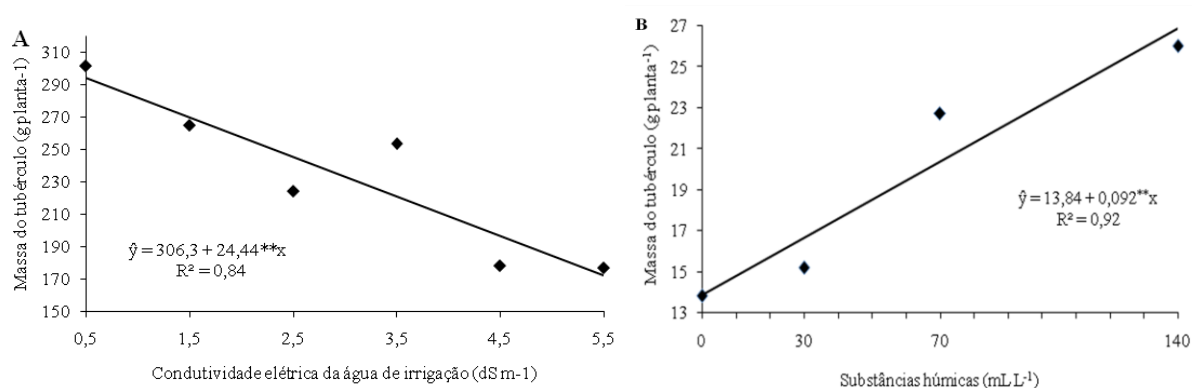


Figura 38. Massa do tubérculo da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B).

A CEai 5,5 dS m⁻¹ com a dose 0 e 30 mL L⁻¹ de SH obtiveram o maior pH da polpa da beterraba, quanto maiores as doses de SH e menores doses da CEai mais baixo o pH da polpa (Figura 39). Yildirim (2007), trabalhando com aplicações em solo e via foliar de ácido húmico em tomate não tiveram efeito sobre o pH.

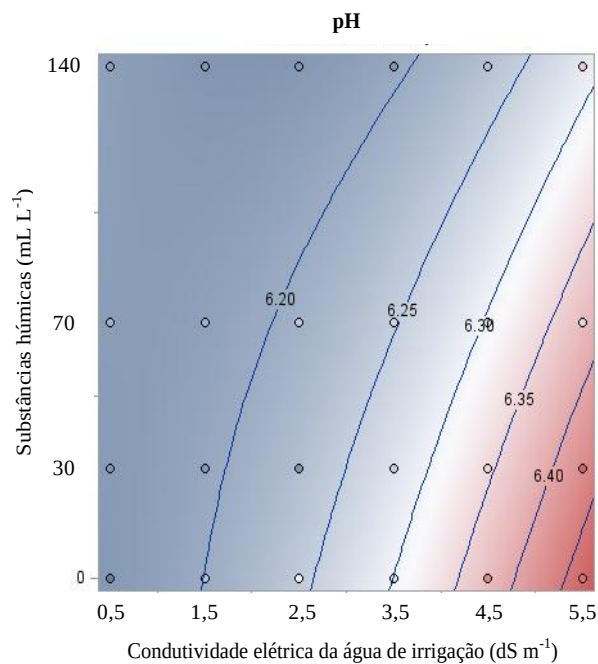


Figura 39. pH do suco da polpa da beterraba em função de doses de substâncias húmicas e da condutividade elétrica da água de irrigação.

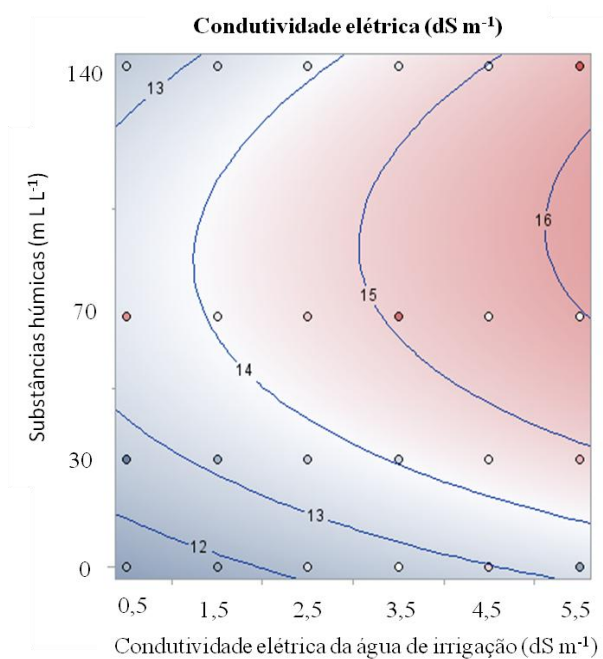


Figura 40. Condutividade elétrica do suco da polpa da beterraba em função de substâncias húmicas e condutividades elétricas de água de irrigação.

Observa-se na Figura 40 que a na interação SH x CEai sobre condutividade elétrica da polpa da beterraba obtendo os melhores resultados na condutividade 5,5 dS m⁻¹ da água de irrigação com a dose 70 mL L⁻¹ de substâncias húmicas. Nas menores doses de SH e menores CEai obtiveram CE da polpa menores, assim como a menor

CEai com a maior dose de SH. . O efeito positivo das SH pode indicar que a aplicação desta atenua os efeitos decorrentes da salinidade da água de irrigação em relação a CE da polpa de beterraba.

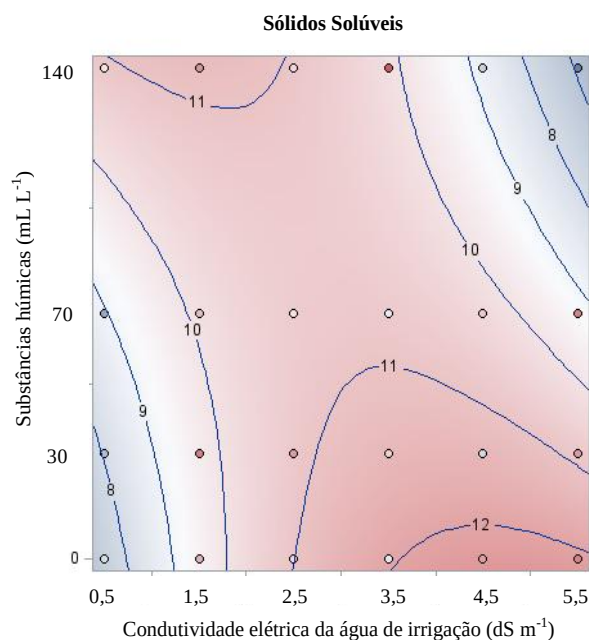


Figura 41. Sólidos solúveis do suco da polpa da beterraba em função de doses de substâncias húmicas e da condutividade elétrica da água de irrigação.

Na CEai $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ e dose 0 mL L^{-1} de SH, se obteve os maiores valores de sólidos solúveis do suco da polpa de beterraba no entanto na CEai $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e dose 30 mL L^{-1} de SH como também a CEai $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e dose 140 mL L^{-1} de SH os valores se assimilaram (Figura 41). Relacionada a CEai Silva et al. (2015) encontraram resultados semelhantes onde também trabalhando diferentes condutividade elétrica de água de irrigação em beterraba observaram que a partir da condutividade $2,9$ até $6,1 \text{ dS m}^{-1}$ houve um incremento nos sólidos solúveis da beterraba. Yildirim (2007), trabalhando com aplicações em solo e via foliar de ácido húmico em tomate observou que os sólidos solúveis aumentaram com os tratamentos.

Observa-se na análise de variância que as doses de SH teve efeito significativo apenas a matéria fresca de raiz (MFR). Para CEai como também para a interação CEai x SH as variáveis estudadas não obtiveram efeito significativo (Tabela 18).

Tabela 18. Resumo das análises de variância, pelos valores de F, da matéria fresca raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), seca raiz (MSR), matéria parte aérea (MSPA) e matéria, comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), da beterraba.

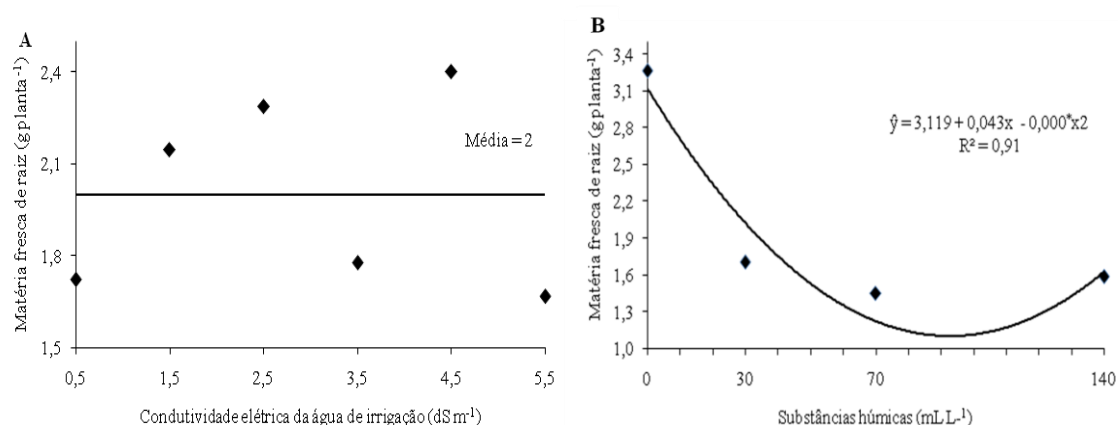
Fv	GL	MFR	MFPA	MSR	MSPA	CR	CPA
Bloco	2	0,02 ^{ns}	1,74 ^{ns}	1,71 ^{ns}	3,41 [*]	2,95 ^{ns}	2,43 ^{ns}
CEai	5	0,57 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,80 ^{ns}	2,01 ^{ns}
SH	3	6,14 [*]	2,73 ^{ns}	2,20 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,62 ^{ns}
CEai x SH	15	0,53 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Resíduo	46	-	-	-	-	-	-
Total	71	-	-	-	-	-	-
CV(%)	-	72,72	29,67	62,14	32,02	19,30	17,82

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e** significativo a 5 e 1%, respectivamente de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação

O aumento da salinidade da água de irrigação não interferiu significativamente sobre a matéria fresca da raiz, apresentando valor médio de 2 g planta⁻¹ (Figura 42A).

Para as doses de SH a matéria fresca de raiz teve decréscimo quadrático tendo o menor valor, na dose estimada 90 mL L⁻¹ de SH (Figura 42B).

Os fatores aplicados não apresentaram diferenças na avaliação de matéria fresca da parte aérea, apresentando valores médios de 31,80 g planta⁻¹.



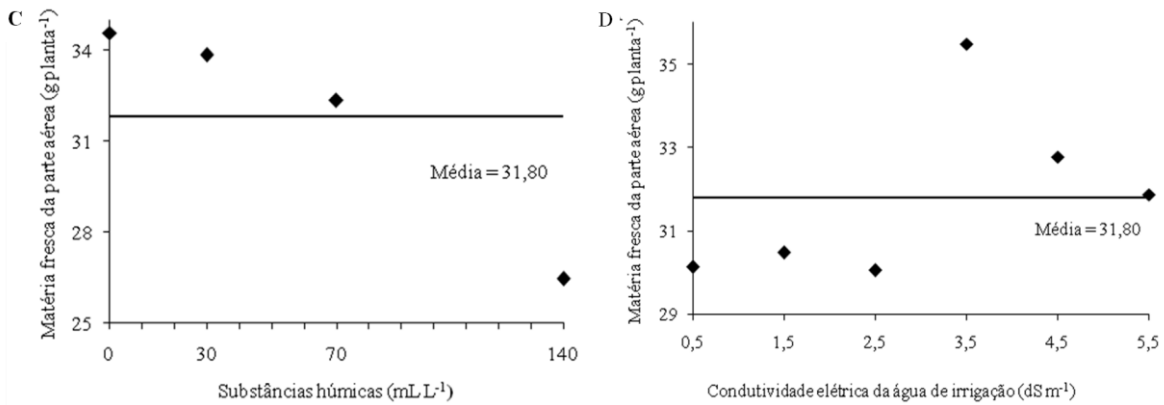


Figura 42. Valores médios da matéria fresca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), matéria fresca da parte aérea da beterraba em função de doses de substâncias húmicas (C) e condutividade elétrica da água de irrigação (D).

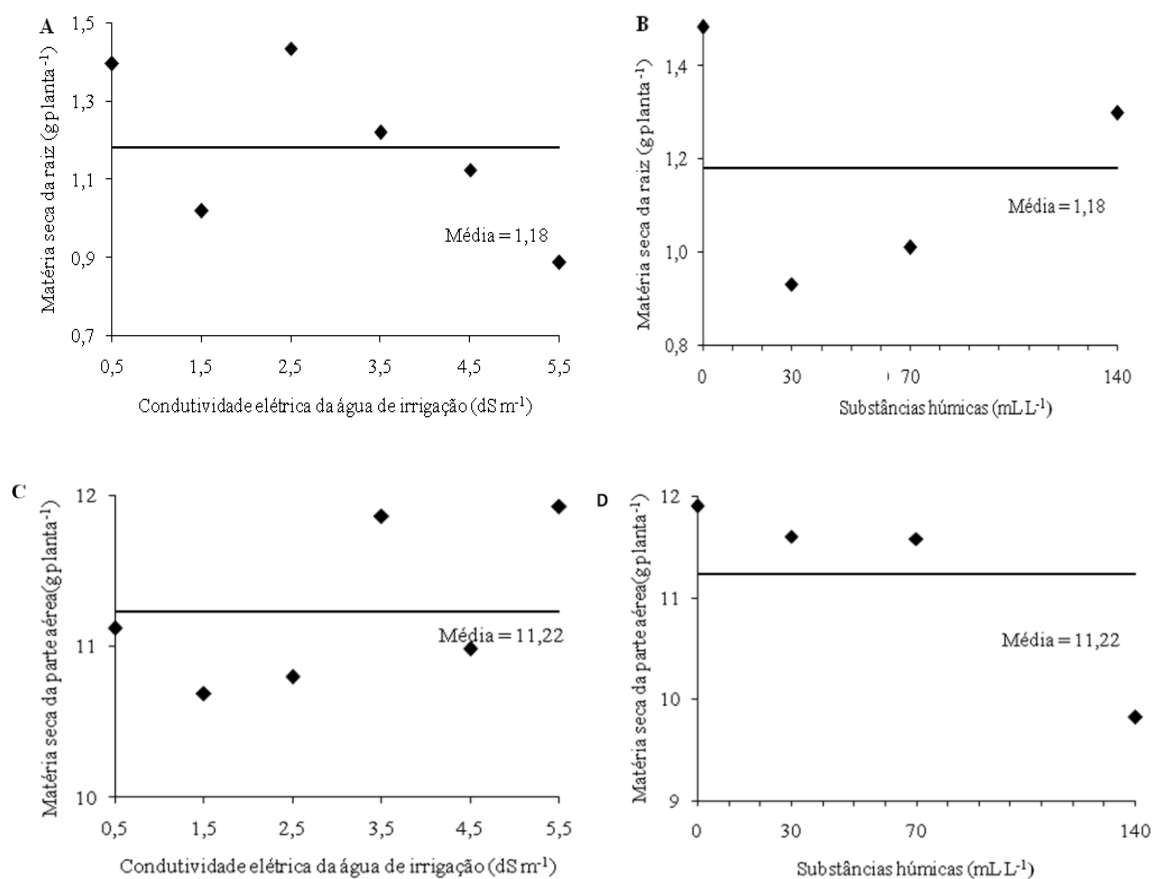


Figura 43. Valores médios da matéria seca da raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), matéria seca da parte aérea da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substâncias húmicas (D).

O aumento da salinidade da água de irrigação não interferiu significativamente na matéria seca de raiz e parte aérea, bem como as doses crescentes de substâncias húmicas (Figura 43). Os resultados não concordam com encontrados por Santos et al. (2016) que avaliando o crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação com água de diferentes concentrações salinas observaram que aos 42 dias após aplicação dos tratamentos salinos, as variáveis fitomassa fresca da parte aérea, fitomassa fresca da raiz, fitomassa fresca total, fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca total aumentaram com o aumento da salinidade da água.

O aumento da salinidade da água de irrigação e as doses de substâncias húmicas não interferiram significativamente no comprimento de raiz e da parte aérea (Figura 44). Esses resultados estão divergentes dos encontrados por Borcioni et al (2016), que observaram maior crescimento de raízes quando utilizados substâncias húmicas.

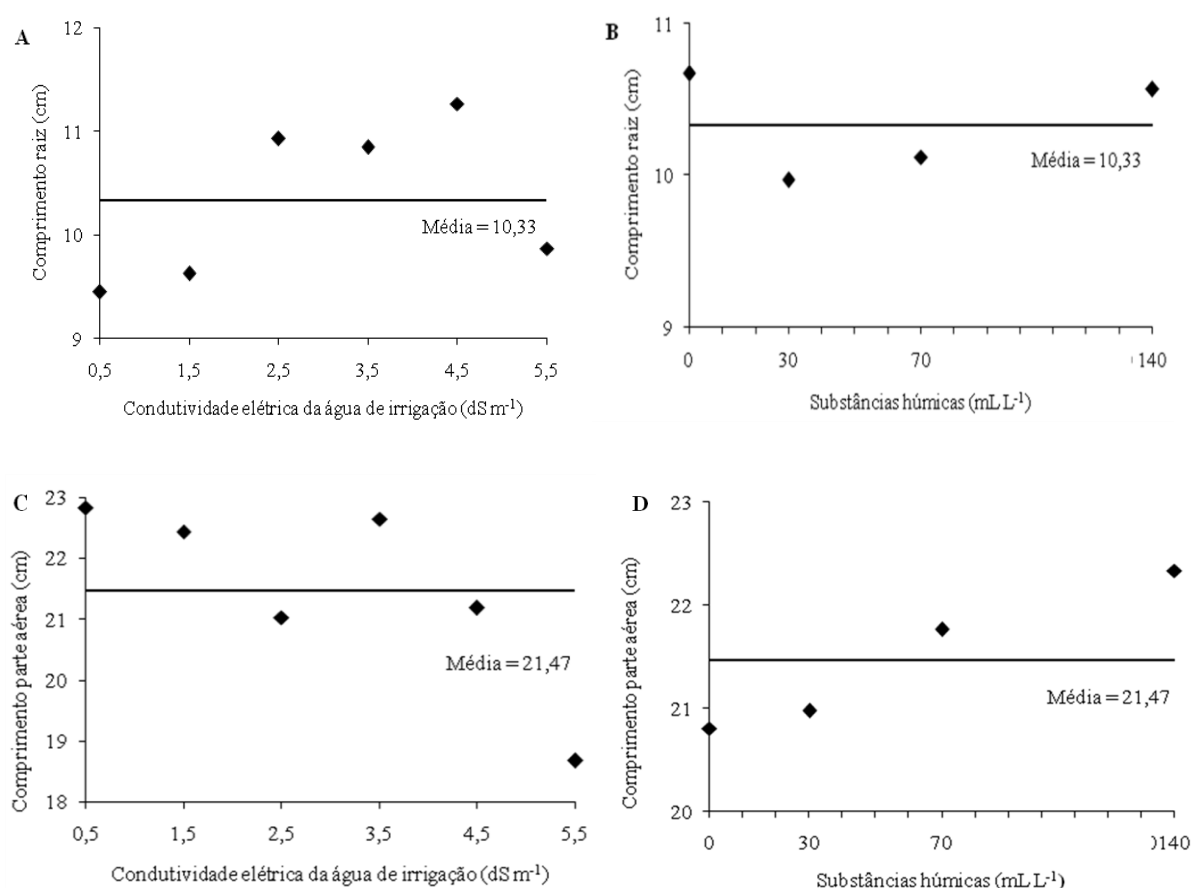


Figura 44. Valores médios do comprimento de raiz da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e de doses de substâncias húmicas (B), comprimento de parte aérea da beterraba em função da condutividade elétrica da água de irrigação (C) e de doses de substâncias húmicas (D).

7. CONCLUSÕES

1. As doses de substâncias húmicas aumentaram o pH do solo, clorofila *a*, clorofila total, diâmetro do tubérculo e massa do tubérculo, porém diminuiu a matéria fresca da raiz..
2. As substâncias húmicas associadas com os dias após transplante aumentou a altura e área foliar das plantas de beterraba.
3. De acordo com a idade das plantas a clorofila *a*, *b* e total aumentaram.
4. As condutividade elétrica da água de irrigação diminuíram a massa do tubérculo.
5. Maiores condutividade elétrica de água de irrigação associados com maiores doses de substâncias húmicas, aumentaram a condutividade elétrica e sólidos solúveis na polpa da beterraba, porém diminuiu o pH da polpa da beterraba.
6. Maiores condutividade elétrica de água de irrigação associados a menores doses de substâncias húmicas também aumentaram os sólidos solúveis na polpa da beterraba.
7. A beterraba tolerou a salinidade da água de irrigação até a condutividade elétrica $5,5 \text{ dSm}^{-1}$ sem apresentar resposta depreciativa no crescimento, trocas gasosas, comprimento parte aérea e raiz e matéria seca e fresca parte aérea e raiz, sendo assim uma planta tolerante à salinidade da água de irrigação.
8. A utilização de substâncias húmicas em doses ajustadas pode ser utilizada para atenuar os efeitos causados pela salinidade da água de irrigação na cultura da beterraba.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASPOUR, H.; AFSHARI, H.; ABDEL-WAHHAB, A. Influence of salt stress on growth, pigments, soluble sugars and ion accumulation in three pistachio cultivars. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 6, n.12, p. 2468-2473, 2012.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/> Acesso em 2016/2017.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; DA SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

ALVES A. U.; PRADO, R. M.; GONDIM, A. R. O., FONSECA, I. M., CECÍLIO FILHO, A. B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 292 - 295, 2008.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio, **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.199-203, 2006.

ASIK, B. B.; TURAN, M. A.; CELIK, H.; KATKAT, A. V. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. *Salihli*) Under conditions of salinity. **Asian Journal of Crop Science**, v.1, n.2, p.87-95, 2009.

AYDIN, A.; KANT C.; TURAN, M. Humic Acid Application Alleviate Salinity Stress of Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Plants Decreasing Membrane Leakage. **African Journal of Agricultural Research**. v.7, n.7, p.1073-1086, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade de água na agricultura**. Irrigação e Drenagem (Estudos FAO), 1991, 218p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. Irrigação e Drenagem (FAO Estudos), 2.ed. 1999.153p.

BAALOUSHA, M.; MOTELICA-HEINO, M.; COUSTUMER, P. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity, and residence time. **Coloids and Surface A: Physicochemical Engineering Aspects, Strasbourg**, v. 272, n. 1, p.48 – 55, 2006.

BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, RUIZ, V. H. H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.320-326, 2005.

BENITES, V. M.; POLIDORO, J. C.; MENEZES, C. C.; BETA, M. Aplicação foliar de fertilizante organo-mineral e soluções de ácido húmico em soja sob plantio direto. **Circular Técnica**, Embrapa Solos, 2006. 6p.

BETHKE, P.C.; DREW, M.C. Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annum* during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiol** v.99, n.1, p.219–226, 1992.

BORCIONI, E.; MÓGOR, A. F.; PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 509-515, 2016.

CANELLAS, L. P.; BALMORI, D. M. ; MÉDICI, L. O.; AGUIAR, N. O.; CAMPOSTRINI, E.; ROSA, R. C. C.; FAÇANHA, A. R.; OLIVARES, F. L. A. Combination of Humic Substances and Herbaspirillum Seropedicae Inoculation Enhances the Growth of Maize (Zea Mays L.). **Plant and soil** v.366, n.1-2. p.119-132, 2013.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.1, n.1, p.1-11, 2014.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. "Humic and Fulvic Acids as Biostimulants in Horticulture." **Scientia Horticulturae**. p.15-27, 2015.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; OKOROKOVA-FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺ -ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, v. 130, n. 4, p. 1951-1957, 2002.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. – UENF Campos dos Goytacazes-RJ, 2005. 309p.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32 n.1, p.251-261, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, E. p.699-705, 2011.

CARON, V.C.; GRAÇAS, P.G.; CASTRO, P.R.C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015. 46 p. : il. (Série Produtor Rural, nº 58)

CHINNUSAMY, V.; ZHU, J. K. Plant salt tolerance. Topics in current genetics. In: Hirt K, Shinozaki (eds) **Plant responses to abiotic stress**. Springer, v.4, p. 241–270, 2003.

CORDEIRO, G. G.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, J. R.; COSTA, N. D. Utilização de água salina e condicionador de solo na produção de beterraba no semi-árido brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.1, 1999.

CPRN Serviços geológico do Brasil Disponível em:
http://www.citybrazil.com.br/pb/bananeiras/geral_detalhe.php?cat=7 Acesso em
 03/12/2016.

D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES A. C. M.; NESS R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um cambissolo na chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.615- 621, 2005.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p.129-140, 2010.

DIAS, T. J. **Biofertilizante bovino e salinidade da água de irrigação no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo** (Tese Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

DIAS1, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E. ; FREIRE, J. L. O. ; SOUTO, A. G. L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. 2009. 412p.

ERTANI, A.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; RIGHI, V.; NARDI, S.A. Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays* L. metabolism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.22, p.11940-11948, 2011.

EYHERAGUIBEL, B., SILVESTRE, J.; MORARD, P. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. **Bioresource Technology**, v.99, n.10, p.4206-4212, 2008.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG / CFL 1030)**. Porto Alegre, Falker Automação Agrícola. 2008. 33p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Reference Base for Soil Resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Rome: IUSS/ISRIC/FAO, **World Soil Resources Report**, 103, 2006. 128p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations 2008 <http://www.fao.org/nr/aboutnr/nrl/es/> Acesso em 23/01/2017.

FERREIRA, P. A.; MOURA, R.F; SANTOS D.B.; FONTES P.C.R.;MELO R.F. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.10, n.3, 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ed. Viçosa, MG: Ed.UFV, 2007.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, D.; MATOS, R. M. DE. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.4, p.1006-1016, 2015.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, fevereiro de 2011. 185p. Tese. Programa de Pós- Graduação em Agronomia.

FREITAS, A. D. S.; VIEIRA, C. L.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P.; LYRA, M. C. C. P. Caracterização de rizóbios isolados de Jacatupé cultivado em solo salino do estado de Pernambuco, Brasil. **Bragantia**, v.66, p.497-504, 2007.

FREITAS, G. A.; RODRIGUES, L. U.; SANTOS, A. C. M.; CARNEIRO, J. S. S.; DEUSDARÁ, T. T.; SILVA, R. R. Influência de frações de ácidos húmicos na produção de mudas de alface. sociedade brasileira de ciência do solo, núcleo regional Amazônia Oriental, Anais... **Trabalhos completos - I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental**, Gurupi-TO, p. 130-139, 2014.

GARCÍA, A. C.; SANTOS, L. A.; IZQUIERDO, F. G.; SPERANDIO. M. V. L.; CASTRO, R. N.; BERBARA, R. L. L. Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress. **Ecological Engineering**, v.47, p.203-208, 2012.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F. MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, p.7 – 18, 2008.

GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. F. de F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.4, p. 355 – 361, 2000.

GONDIM, A. R. O.; CORREIA, M. A. R.; ALVES, A. U.; PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes em plantas de beterraba cultivadas em sistema hidropônico. **Bioscience Journal**, v.27, n.4, p. 526-535, 2011.

HARTZ, T.; BOTTOMS, T. Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. **Hort Science**, v.45, p.906-910, 2010.

HAYES, M. H. B.; CLAPP, C. E. Humic substances: considerations of compositions, aspects of structure, and environmental influences. **Soil Science**, v.166, n.11 p.723–737 2001.

HAYES, M. H., MALCOLM, R. Consideration of composition and aspects of the structures of humic substances. **Soil Science**, 2001.

HERNANDEZ, O. L.; CALDERÍN, A. ; HUELVA, R.; MARTÍNEZ-BALMORI, D.; GURIDI, F.; AGUIAR, N.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P.. Humic Substances from Vermicompost Enhance Urban Lettuce Production. **Agronomy for Sustainable Development**, v.35, n.1, p. 225-232, 2015.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.39-50, 2007.

HOORN, J. W. VAN. **Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects.** In: **Salinity Seminar, Baghdad**. Rome: FAO, FAO - Irrigation and Drainage Paper 7 , p.117-35, 197.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo.

IPA – INSTITUTO AGRONOMICO DE PERNAMBUCO. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2º aproximação. 3º Ed.** Revisada/ coordenado por Francisco José de Alburquerque Cavalcanti. 212p. 2008.

JAROSOVÁ, M.; KLEJDUS, B.; KOVÁČIK, J.; BABULA, P.; HEDBAVNY, J. Humic Acid Protects Barley against Salinity. **Acta Physiologiae Plantarum**. v. 38, n. 6, p. 1-9, 2016.

JAROSOVA, M.; KLEJDUS, B.; KOVACIK, J.; HEDBAVNY, J. The impact of humic substances on oxidative stress and plant growth of spring barley exposed to NaCl. **Mendelnet**, p.463-468, 2014.

KARAKURT, Y.; UNLU, H.; UNLU, H.; PADEM, H. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. **Acta Agriculturae Scandinavica. Section B. Soil and Plant Science**, Stockholm, v.59, p.233-237, 2009.

KATERJI, N.; HOOM, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M.; KARZEL, E. M. Osmotic adjustment of sugar beets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. **Agricultural Water Management**, v.34, p.57-69, 1997.

KATKAT, A. V.; ÇELIK, H.; TURAN, M. A.; AŞIK, B. B. Effects of Soil and Foliar Applications of Humic Substances on Dry Weight and Mineral Nutrients Uptake of Wheat under Calcareous Soil Conditions. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**. v.3, n.2, p. 1266-1273, 2009.

KHALED, H.; FAWY, H. A. Effect of Different Levels of Humic Acids on the Nutrient Content, Plant Growth, and Soil Properties under Conditions of Salinity. **Soil & Water**, v.6, n.1, p.21-29, 2011.

KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. **Quality of irrigation water.** In: Kovda, V. A.; Berg, C. van den; Hagan, R. M. (ed.). International Source Book On Irrigation, Drainage and Salinity. London: Hutchinson/ FAO/UNESCO, Cap.7, p.177-205, 1973.

LARCHER W. 2004. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos. 531p.

LIMA, D. M.; PADOVANI, R. M.; RODRIGUES-AMAYA, D. B.; FARFÁN, J. A.; NONATO, C. T.; LIMA, M. T.; SALANY, E.; COLUGNATI, M. A. M.(Orgs.). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. Ed. NEPA-UNICAMP: Campinas, 2011. 161p.

LIMA, G. S.; SANTOS, J. B SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão ‘All Big’. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.4, p.513-522, 2016.

MAGRO, FO. 2015. **Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba**. Botucatu: FCA-UNESP. 109p. (Tese doutorado).

MALAVOLTA, E.; **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo; Agronomica Ceres, 2006. 638p.

MARQUES, L. F.; MEDEIROS, D. C.; COUTINHO, O. L.; MARQUES, L. F.; MEDEIROS, C. B.; VALE, L. S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n.1, p.24-31, 2010.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.505–511, 2011.

MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; BARROS, A. D. Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação- agrária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.3, p.242-247, 2008.

METTERNICHT, G.; ZINCK, J. Geomorphic Landscape Approach to Mapping Soil Degradation and Hazard Prediction in Semi-Arid Environments: Salinization in the Cochabamba Valleys, Bolivia. In: **Geopedology: An Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies**. Springer. p.425-439, 2016.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant response to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v.13, p.143-160, 1986.

MUSCOLO, A.; BOVALO, F.; GIONFRIDDO, F.; NARDI, S. Earthworm Humic Matter Produces Auxin-Like Effects on *Daucus Carota* Cell Growth and Nitrate Metabolism. **Soil Biology and Biochemistry** v.31, n.9. p.1303-1311, 1999.

NANNIPIERI, P., MUCCINI, L., & CIARDI, C. Microbial biomass and enzyme activities: production and persistence. **Soil Biology and Biochemistry**, v.15, n.6, p.679-685, 1983.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 11, p. 1527-1536, 2002.

NEVES A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA, F. L. B. Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.4, p.569-574, 2008.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; FILHO, E.G.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, (Suplemento), p.873–881, 2009.

NOBRE, R. G.; COSTA, M. M. L.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; DIAS, L. S. SOARES, L. A. A. **Crescimento do algodoeiro colorido cultivado em solos salino-sódico e doses de matéria orgânica**. III Inovagri, INTERNATIONAL MEETING. Fortaleza- Brasil, 2015. 10 p.

NOMURA, E. S.; JUNIOR, E. R. D.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; JENSEN, E. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira ‘Grand Naine’ com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano, **Revista Ceres**, v.59, n.4, p.518-529, 2012.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.

NUNES, J. C. **Crescimento e composição foliar da goiabeira ‘Paluma’ no solo com Humitec® e cobertura morta**. (Dissertação Mestrado em Ciências do Solo) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

NUNES, J. C. **Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante**. (Tese Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

O’LEARY, J. W. High humidity overcomes lethal levels of salinity in hydroponically grown salt-sensitive plants. **Plant and Soil**, v.42, n.3, p.717- 721, 1971.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, R. C.; LINHARES, P.S.F.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.5, p.480–486, 2014.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e Crescimento Inicial de Plântulas de Beterraba Cv. Chata do Egito sob Estresse Salino. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.1, p.01-06, 2015.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and environmental safety**, v.60, n.3, p.324-349, 2005.

PAYEN, S.; BASSET-MENS, C.; NÚÑEZ, M.; FOLLAIN, S.; GRÜNBERGER, O.; MARLET, S.; PERRET, S.; ROUX, P. Salinisation Impacts in Life Cycle Assessment: A Review of Challenges and Options Towards Their Consistent Integration. **The International Journal of Life Cycle Assessment**. v.21, n.4, p. 577-594, 2016.

- PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998. 150 p.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. S.A. Agrícola, 2.ed, 1985. 524p.
- RADY, M. M.; EL-MAGEED, T. A. A.; ABDURRAHMAN, H. A.; MAHDI, A. H. Humic Acid Application Improves Field Performance of Cotton (*Gossypium Barbadosense* L.) under Saline Conditions. **Journal of Animal and Plant Sciences**. v.26, n.2, p 487-493, 2016.
- RESENDE, G. M. DE; CORDEIRO, G. G. **Uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no semi-árido do submédio São Francisco**, Comunicado Técnico, Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4p.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 117p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 2000. 48p.
- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos do Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N. et al. **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.3, 2003. p. 290.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. Mexico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).
- RIMA, J. A.; MARTIM, S. A.; DOBBSS, L. B.; EVARISTO, J. A.; RETAMAL, C. A.; FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P. Adição de ácido cítrico potencializa a ação de ácidos húmicos e altera o perfil protéico da membrana plasmática em raízes de milho. **Ciência Rural**, v.41, p.614-620, 2011.
- ROY, S. J., S. NEGRÃO, AND M. TESTER. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v.26, p.115-124, 2014.
- SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. D. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga**, v.20, n.1, p.46-59, 2015.
- SAS[®] University 3.6 (SAS[®], 2016).
- SANTOS, D. P.; SANTOS, C. S.; SILVA, P. F.; PINHEIRO, M. P. M. A.; SANTOS, J. C. Crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação suplementar com água de diferentes concentrações salinas. **Revista Ceres**, v.63 n.4, 2016.
- SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 544p.
- SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGA, S. M.; MATOS, A. T. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 185-189, 2000.

SEEMA AND R. PAULRAJ. Sodicity Status of Salt-Affected Soils of Israna, Haryana, India. In: **Geostatistical and Geospatial Approaches for the Characterization of Natural Resources in the Environment: Challenges, Processes and Strategies**. J. N. Raju. Cham, Springer International Publishing. p.391-396, 2016.

SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. Produção da cultura da beterraba irrigada com água salina. **Revista Engenharia na agricultura**, v.21, n.3, p.271-279, 2013.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; KLAR, A. E. Manejo da fertirrigação e salinidade do solo no crescimento da cultura da beterraba. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.35, n.2, p.230-241, 2015.

SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; FOLEGATTI, M. V.; ROJAIS, E. G. Utilização de testes rápidos e extratores de solução do solo na determinação de nitrato e potássio. **Engenharia Agrícola**, v.23, p.460-467, 2003.

SILVA, F. B.; LÚCIO, J. C. B.; SILVA, J. C.; SILVA, C. B.; ALVES, C. F.G. ; SANTOS, M. A. L. **Teor de sólidos solúveis totais e intensidade de verde no desenvolvimento da beterraba em função de lâminas de água e níveis de salinidade**. XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, UFS - São Cristóvão/SE, 2015.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FEERIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, v.18, n.2, p.304-317, 2013.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.4, p.383–389, 2011.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J. DUDA, G. P.; SOUSA, C. E. S. Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.8-14, 2007.

SILVA, O. A.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. de F.; MONTEIRO, R. N. F.; SILVA JÚNIOR, J. F.; TANAKA, A. A.; JUNIOR, J. F. S. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1143–1151, 2013.

SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V. S.; VIANA, T. V. A.; SILVA, G. L.; REBOUÇAS NETO, M. O.; AZEVEDO, B. M. Irrigação com água salobra na cultura do rabanete em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.6, p. 1065 - 1074, 2016.

SOUZA, R. J. DE; FONTANETTI, A.; FIORINI, C. V. A.; ALMEIDA, K. DE. **Cultura da beterraba: Cultivo convencional e cultivo orgânico**. Lavras: UFLA, 2003. 37p..

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry; genesis, composition, reactions**, New York: John Wiley & Sons, 2.ed, 1994. 512p.

SUDHIR P, MURTHY S. D. S. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis, **Photosynthetica**, v.42, n.4, p.481–486. 2004.

TAHIR, M. M.; KHURSHID, M.; KHAN, M. Z.; ABBASI, M. K.; KAZMI, M. H. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils, **Soil Science Society of China**, v.21, n.1, p.124–131, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ed. Porto Alegre, Ed.Artmed. 2017.

TÁVORA, F. J. A. F.; et al. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p. 441-446, 2001.

TESTER, M. & DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO J.R.S.; FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A.; TRANI, P. E.; MAY, A. **Beterraba: do plantio à comercialização** (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210), Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 45p.

TREVISAN, S.; FRANCIOSO, O.; QUAGGIOTTI, S.; NARDI, S. Humic substances biological activity at the plant-soil interface: from environmental aspects to molecular factors. **Plant Signaling & Behavior**, v. 5, n. 6, p. 635-643, jun. 2010.

TSIALTAS ,J. T., MASLARIS, N. Leaf area prediction model for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. **Photosynthetica**. v.46, n.2, p.291-293, 2008.

VASCONCELOS, G. P. **Adubação orgânica e biodinâmica na produção de chicória (*Cichorium endivia*) e de beterraba (*Beta vulgaris*), em sucessão**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

VERLINDEN, D.; PYCKE, B.; MERTENS, J.; DEBERSAQUES, F.; VERHEYEN, K.; BAERT, G.; BRIES, J.; HAESAERT, G. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. **Journal of Plant Nutrition**, v.32, p.1407-1426, 2009.

YILDIRIM, E. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Soil and Plant Science**, v.57, p.182-186, 2007.

ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. **Planta**, v. 225, n. 6, p. 1583-95, 2007.

ZANDONADI, L. P.; BUSATO, J. G. Vermicompost humic substances: technology for converting pollution into plant growth regulators. **International Journal of Environmental Science and Engineering Research**, v.3, n.2, p.73-84, 2012.

ZÁRATE, NAH; SANGALLI, CMS; VIEIRA, MC; GRACIANO, JD; MUNARIN, EEO; PAULA, MFS. Cobertura do solo com cama de frango, com e sem amontoa, na produção de beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1598-1603, 2010.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, J. R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.9, 2003.